

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA EVROPSKÉ INTEGRACE

Měření vybraných decouplingových indikátorů v rámci Evropské unie

Measurement of selected decoupling indicators within the European Union

Student:

Bc. Michaela Faková

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Magdaléna Drastichová, Ph.D.

Ostrava 2019

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracovala samostatně. Přílohy dané mi k dispozici jsem samostatně doplnila.“

V Ostravě 26. dubna 2019

.....

Bc. Michaela Faksová

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala Ing. Magdaléně Drastichové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a poznatky, věnovaný čas, vstřícný přístup a trpělivost při tvorbě této diplomové práce.

Obsah

1	Úvod.....	5
2	Teoretická východiska pro udržitelný rozvoj a decoupling	7
2.1	Analýza vztahů mezi přírodními a lidskými systémy.....	7
2.2	Vývoj přístupu k udržitelnému rozvoji v rámci mezinárodní politiky	7
2.3	Vývoj přístupu k udržitelnému rozvoji v rámci politik Evropské unie	11
2.3.1	Amsterdamská smlouva, Cariffský proces a Strategie udržitelného rozvoje Evropské unie.....	11
2.3.2	Indikátory udržitelného rozvoje Evropské unie	12
2.3.3	Klimaticko-energetický balíček a strategie Evropa 2020.....	13
2.3.4	Vývoj v rámci environmentálních akčních programů.....	15
2.3.5	Cíle udržitelného rozvoje Evropské unie	17
2.4	Koncept decouplingu	20
2.4.1	Rámce pro měření decouplingu a udržitelného rozvoje	24
2.4.2	Metodologie měření decouplingu.....	26
2.5	Zelený růst, zelená ekonomika a kruhová ekonomika	28
2.6	Shrnutí kapitoly teoretická východiska pro udržitelný rozvoj a decoupling	30
3	Měření decouplingu v rámci Evropské unie	32
3.1	Decouplingový indikátor domácí spotřeby materiálu	32
3.2	Decouplingový indikátor emisí skleníkových plynů	36
3.3	Lineární regresní analýza domácí spotřeby materiálu	39
3.3.1	Ekonomická, matematická a ekonometrická formulace modelu.....	39
3.3.2	Analýza vstupních časových řad modelu	40
3.3.3	Statistická verifikace korigovaného modelu	43
3.3.4	Ekonometrická verifikace korigovaného modelu.....	46

3.3.5	Ekonomická verifikace korigovaného modelu.....	50
3.4	Lineární regresní analýza emisí skleníkových plynů.....	50
3.4.1	Ekonomická, matematická a ekonometrická formulace modelu.....	50
3.4.2	Analýza vstupních časových řad modelu	52
3.4.3	Statistická verifikace korigovaného modelu	54
3.4.4	Ekonometrická verifikace korigovaného modelu.....	56
3.4.5	Ekonomická verifikace korigovaného modelu.....	58
3.5	Shrnutí kapitoly měření decouplingu v rámci Evropské unie	59
4	Hodnocení výsledků a doporučení pro udržitelný rozvoj.....	61
4.1	Hodnocení decouplingu vybraných indikátorů udržitelného rozvoje.....	61
4.1.1	Decoupling domácí spotřeby materiálu.....	62
4.1.2	Decoupling emisí skleníkových plynů	66
4.2	Hodnocení výsledků lineárních regresních modelů.....	71
4.2.1	Vliv ekonomiky a populace na domácí spotřebu materiálu	72
4.2.2	Vliv ekonomiky a populace na emise skleníkových plynů	75
4.3	Doporučení pro Evropskou unii k přiblížení se trajektorii udržitelného rozvoje	79
4.4	Shrnutí kapitoly hodnocení výsledků a doporučení pro udržitelný rozvoj.....	85
5	Závěr.....	87
	Seznam použité literatury	90
	Seznam zkratk	98
	Prohlášení o využití výsledků diplomové práce	
	Seznam příloh	

1 Úvod

V důsledku zhoršujícího se stavu životního prostředí (ŽP), založeného na poměrně intenzivním využívání přírodních zdrojů a znečišťování ŽP, či dokonce destrukci mnohých ekosystémů, se v 70. letech začal intenzivněji rozvíjet koncept udržitelného rozvoje. Vyspělé státy Evropské unie (EU) si v rámci dosažení udržitelného rozvoje stanovily cíl, přerušit vzájemnou závislost mezi zátěží ŽP a ekonomickým růstem. Praktickou aplikací udržitelného rozvoje a nástrojem pro dosažení udržitelného rozvoje se stal decoupling, jehož podstatou je dosáhnout toho, aby „environmentální zlo“, zátěž ŽP, klesalo a „ekonomické dobro“, ekonomická výkonnost, rostlo (Drastichová, 2018).

Primárním cílem diplomové práce je stanovit, zda v EU a jednotlivých členských státech, dochází k decouplingu emisí skleníkových plynů (GHG) a domácí spotřeby materiálu (DMC) od hrubého domácího produktu (HDP). Významným indikátorem zastupujícím stranu vstupu je produktivita zdrojů (RP). Stranu výstupu reflektuje indikátor podílu HDP a emisí GHG.

V návaznosti na cíl je formulována hlavní hypotéza – DMC a emise GHG jsou v EU ovlivněny HDP a populací (POP). S růstem HDP klesá DMC a emise GHG. Současně se růstem POP zvyšuje efektivnost při využívání zdrojů a snižování emisí.

Běžné metody využívané v této diplomové práci jsou analýza, syntéza a komparace. Hlavní kvantitativní metodou použitou v práci je regresní analýza. Pro popis vztahů indikátorů DMC a emisí GHG jsou v práci vytvořeny dva modely lineární regresní analýzy, které jsou zpracované ve statistickém programu IBM SPSS. Pro vytvoření modelů je aplikovaná metoda nejmenších čtverců. Data pro empirickou část jsou převzata z databáze Eurostat.

Práce je rozdělena do pěti kapitol včetně úvodu a závěru. Druhá kapitola je teoretická, protože ke splnění daného cíle a obhájení hypotézy je nezbytné analyzovat vztahy mezi přírodními a lidskými systémy, definovat základní pojmy a představit koncept udržitelného rozvoje a decouplingu včetně metodologie měření decouplingu. V souvislosti s decouplingem jsou v kapitole vymezeny dva významné ekonomické paradoxy – Jevonsův paradox a Rebound efekt. Nedílnou součástí práce jsou také strategie k udržitelnému rozvoji a decouplingu, jejich popis a rozvoj, charakteristiky indikátorů, cílů a principů udržitelného rozvoje včetně DPSIR rámce a deskripce zelené ekonomiky, zeleného růstu a kruhové ekonomiky.

Ve 3. kapitole je detailně analyzován indikátor RP a vypočítaný decouplingový indikátor emisí GHG jako podíl HDP a emisí GHG. Na základě metodologie pro měření decouplingu jsou vytvořeny dva ekonometrické modely lineární regrese. Cílem regrese je vysvětlit změny hodnot DMC a emisí GHG změnami HDP a POP a odhalit skutečný vztah mezi těmito veličinami. Pomocí koeficientu determinace a sofistikovaných statistických testů je posouzena skutečná kompatibilita modelů s daty.

Výsledky měření decouplingu jsou zhodnoceny ve 4. kapitole. Na základě meziročního tempa růstu indikátorů DMC, emisí GHG a HDP je vymezen rozsah decouplingu v EU a jednotlivých členských státech v krátkém i dlouhém období. V kapitole jsou také odvozené závěry z regresních analýz, je hodnocen dosažený pokrok v EU a členských státech směrem k udržitelnému rozvoji a jsou vydána doporučení pro budoucí vývoj.

2 Teoretická východiska pro udržitelný rozvoj a decoupling

Udržitelný rozvoj náleží k pojmům již obecně známým a jeho výklad je velmi rozmanitý. V 70. a 80. letech vzrostlo povědomí společnosti, že exponenciální nárůst výroby a spotřeby v ohraničeném ekosystému Země není dlouhodobě udržitelný. Na toto téma byla a je vedena celá řada diskusí a vznikla i celá řada definic (Nováček, 2011).

2.1 Analýza vztahů mezi přírodními a lidskými systémy

S nárůstem schopností člověka využívat energie a přírodní zdroje pro uspokojování svých potřeb, vzrostl i tlak na ŽP. Příčinou globálních problémů je překročení asimilační kapacity z důvodu zvyšujících se nároků lidí na uspokojování svých potřeb ve spojení s růstem lidské populace (Mezřický, 2005).

Základním rysem chování lidské populace je čerpat přírodní zdroje. Řada z nich je považována za zdroje obnovitelné nebo za průběžně se obnovující (les). Při překročení míry reprodukce se tyto zdroje stávají neobnovitelné. Zdroje, které jsou omezené výskytem, množstvím či obnovou jsou považovány za neobnovitelné (ropa, zemní plyn, uhlí atd.). Pokud se vyčerpají, musí se najít alternativní způsob, jak je nahradit. Všeobecnou příčinou zůstává orientace lidí na ekonomický růst a konzumní chování, proto se problém nedostatků surovin nevyřešil, ale pouze oddálil (Nováček, 2011). Existují koncepce k prodloužení období dostatku surovin, které se snaží omezovat plýtvání, zlepšovat technologie a zvýšit jejich efektivitu, podporovat recyklaci či nahrazovat neobnovitelné zdroje zdroji obnovitelnými (Mezřický, 2005).

Dalším významným problémem je klimatická změna. Klíčový pojem vztahující se ke změně klimatu je skleníkový efekt. Jedná se o proces, kdy na zemský povrch dopadá odražené sluneční a tepelné záření. Tepelné záření při opouštění planety z části zachycují skleníkové plyny, a proto dochází ke globálnímu oteplování. Mezi hlavní skleníkové plyny patří např. vodní páry, oxid uhličitý (CO_2), metan (CH_4), oxid dusný (N_2O) hydrogenované fluorovodíky (HFCs), polyfluorovodíky (PFCs) či fluorid sírový (SF_6) (Mezřický, 2005).

2.2 Vývoj přístupu k udržitelnému rozvoji v rámci mezinárodní politiky

Vztah člověka k ŽP se vyvíjel v souvislosti s uspokojováním jeho potřeb. S rozvojem ekonomických aktivit narůstaly i zásahy člověka do ŽP. K nejvýznamnějším změnám v novodobých dějinách lidstva docházelo od počátku průmyslové revoluce (Hutchinson a Kovats, 2016). S růstem světové populace v poválečném období došlo k růstu poptávky

na vyšší produkci potravin, což v dlouhodobém časovém horizontu vedlo ke zvyšování spotřeby přírodních zdrojů, a ke snížení kvality ŽP. Řada zemí v důsledku těchto problémů začala aktivněji usilovat o ochranu ŽP a do popředí se dostal koncept udržitelného rozvoje (Hewett, 1995).

Koncept udržitelného rozvoje se začal dostávat do popředí zájmu a vyvíjet se již v 70. letech 20. století. Za účelem dosažení udržitelného rozvoje se státy snaží uspokojovat ekonomické, environmentální a sociální potřeby společnosti. Z praktického pohledu to znamená vytvářet podmínky pro hospodářský a sociální rozvoj a současně brát ohled na ŽP. (Šimíčková a Drastichová, 2013). V první zprávě Římského klubu z roku 1972, s názvem „Meze růstu“, bylo upozorněno na potřebu snižovat zdroje. Studie měla charakter varovné prognózy. Poukazovala na následky rychle rostoucí světové populace a omezených zásob zdrojů (Club of Rome, 1972). Koncem 60. let 20. století Valné shromáždění Organizace spojených národů (OSN) navrhlo svolat světovou konferenci k otázce vztahu ŽP a člověka. Konference se uskutečnila ve Stockholmu v roce 1972. V rámci příprav na konferenci Barbara Ward a René Dubois napsali knihu „Only one Earth (Jen jediná země)“, která upozorňuje na konečné limity planety (Drastichová, 2018).

Pojem udržitelný rozvoj byl definovaný v dokumentu vydaném Mezinárodní unií pro ochranu přírody a přírodních zdrojů (IUCN), s názvem „Strategie zachování světa“, v roce 1980. Tento dokument uvádí, že udržitelného rozvoje a zachování přírodního bohatství je možné dosáhnout efektivním využíváním zdrojů, zachováním kapacit ekosystémů a zohledněním potřeb budoucích generací (IUCN, 1980). Zpráva Světové komise pro životní prostředí a rozvoj (WCED) „Naše společná budoucnost“, předložená v roce 1987, definuje udržitelný rozvoj jako takový rozvoj, který umožňuje uspokojování potřeb současné generace, aniž by byly ohroženy možnosti budoucích generací uspokojovat jejich vlastní potřeby (WCED, 1987).

Valné shromáždění OSN po přijetí zprávy WCED v roce 1987 rozhodlo, že svolá konferenci o životním prostředí a rozvoji v Rio de Janeiru. Konference se konala v roce 1992 a je nazývána také jako Summit Země. Na této konferenci řešili představitelé naléhavé otázky dalšího vývoje na naší planetě (Moldan, 2007). Na konferenci byla přijata Deklarace o životním prostředí a rozvoji. Současně byly přijaté čtyři důležité dokumenty: Agenda 21, Rámcová úmluva OSN o změnách klimatu (UNFCCC), Úmluva o biodiverzitě a Principy hospodaření s lesy (Kočíková, 1998).

Agenda 21 je komplexní dokument, který rozpracovává principy udržitelného rozvoje v globálním měřítku do jednotlivých problémových oblastí. Dosud nebyla přijata žádná jiná strategie, koncepce, cesta nebo politika, která by byla porovnatelná s tímto dokumentem. Státy, které se k agendě 21 přihlásily, vyhlásují své akční plány na základě tohoto dokumentu.

UNFCCC vytváří podmínky pro omezení emisí GHG. K UNFCCC byl podepsán Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změnách klimatu v roce 1997. V rámci Kjótského protokolu se členské státy OSN zavázaly snížit emise skleníkových plynů v atmosféře na úroveň, která by předešla nebezpečnému narušení klimatického systému vlivem lidské činnosti. Tato redukce se vztahuje na koš šesti plynů – CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs a SF₆. Na 18. konferenci smluvních stran (COP) v Dauhá byl v prosinci 2012 schválen dodatek o prodloužení platnosti Kjótského protokolu do roku 2020. Tímto dodatkem státy souhlasily s dalším snižováním emisí GHG. Kjótský protokol od roku 2020 nahradí Pařížská dohoda podepsána v roce 2015 na 21. COP. Cílem Pařížské dohody je zachovat nárůst globální průměrné teploty pod hranicí 2 °C a také zvyšovat schopnost přizpůsobení se změnám (Ministerstvo životního prostředí, 2019).

V 90. letech 20. století rostla potřeba zavést opatření vedoucí ke změně vzorců spotřeby a výroby. Touto potřebou se začal zabývat Program OSN pro životní prostředí (UNEP) a definoval pojem eko-efektivita. Eko-efektivita představuje dodávání konkurenceschopného zboží a služeb, které uspokojuje lidské potřeby a zvyšuje kvalitu života za snížené zátěže ŽP a sníženého nároku na přírodní zdroje během celého životního cyklu produktu (UNEP, 2001). V návaznosti na eko-efektivitu definovala v roce 2001 Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD) decoupling. Decoupling dle OECD znamená oddělení vývoje ŽP od vývoje ekonomiky. V roce 2001 byl decoupling přijat jako jeden z hlavních cílů Environmentální strategie OECD. „Decoupling“ je zkratkou anglického opisného výrazu oddělení křivek zátěže životního prostředí a ekonomické výkonnosti: „Decoupling of environmental pressure from economic performance“ (OECD, 2001).

Členské státy OSN se zavázaly chránit ŽP a podporovat sociální a ekonomický rozvoj v rámci Miléniové deklarace, která byla přijata na summitu tisíciletí v New Yorku v roce 2000. Představitelé členských států OSN souhlasili, že se budou snažit odstraňovat chudobu, zajišťovat svobodu, rovnost, solidaritu a toleranci. V rámci Miléniové deklarace se 191 členských států OSN zavázalo splnit do roku 2015 osm konkrétních cílů rozvoje – „Rozvojové cíle tisíciletí“ (MDGs) (OSN, 2019).

Tab. č. 2.1 Rozvojové cíle tisíciletí OSN

1.	Vymýtit extrémní chudobu a hlad	5.	Zlepšit zdraví matek
2.	Zpřístupnit všem základní vzdělání	6.	Bojovat proti HIV/AIDS, malárii a dalším nemocem
3.	Prosazovat rovnost pohlaví a posílit postavení žen	7.	Zajistit trvalou udržitelnost životního prostředí
4.	Snížit dětskou úmrtnost	8.	Vytvořit globální partnerství pro rozvoj

Zdroj: OSN (2019). Vlastní zpracování

Tab. č. 2.1 zobrazuje MDGs. První cíl byl zaměřen na redukování osob, jejichž příjem činí méně než 1 USD na den. Následující cíle č. 2 a 3 se zaměřují na lepší přístup k základnímu vzdělání a k odstranění diskriminace mezi muži a ženami. V rámci cílů 4-6 je požadované snížit dětskou úmrtnost o dvě třetiny, mateřskou úmrtnost o tři čtvrtiny a zastavit šíření HIV, AIDS, malárie a dalších závažných onemocnění. Sedmý cíl, který se vztahuje se k environmentální udržitelnosti, byl zaměřen na rozvoj infrastruktury, zlepšení situace v příměstských chudinských čtvrtích, začlenění principů udržitelného rozvoje do politik jednotlivých států a kladl důraz na ochranu přírodních zdrojů. Nejkomplexnější byl cíl osmý, který naznačuje, jakým způsobem by měly vyspělé státy pomoci rozvojovým zemím (OSN, 2019).

V roce 2012 byla svolána konference OSN Rio+20 jako dvacáté výročí summitu z roku 1992 v Rio de Janeiru. Konference OSN Rio+20 měla zhodnotit, jak se světu dařilo směřovat k udržitelnému rozvoji během dvaceti let, které uplynuly od konference z roku 1992. Výsledkem konference Rio+20 byl dokument „Budoucnost, kterou chceme“, který obsahuje jasná a praktická opatření pro dosažení udržitelného rozvoje (OSN, 2012). Na konferenci se členské státy rozhodly zahájit proces rozvoje souboru cílů udržitelného rozvoje (SDGs), které budou vycházet z MDGs a budou sbližovat rozvojovou agendu po roce 2015. Hlavními tématy konference byly: zelená ekonomika v kontextu udržitelného rozvoje a vymýcení chudoby (Ministerstvo životního prostředí, 2012).

V současnosti je nejaktuálnějším globálním rámcem pro udržitelný rozvoj Agenda OSN pro udržitelný rozvoj 2030, která byla přijata Valným shromážděním OSN v roce 2015. Agenda 2030 je rozvojovou strategií, na které se podílely všechny členské státy OSN, zástupci občanské společnosti, podnikatelské sféry, akademické obce i občané ze všech kontinentů. Součástí Agendy je 17 SDGs, které mají být splněny do roku 2030. SDGs jsou univerzálnější oproti

MDGs a zaměřují se na regionální a globální stabilitu, zdravé prostředí planety, spravedlivou a odolnou společnost a prosperující ekonomiku (OSN, 2019).

2.3 Vývoj přístupu k udržitelnému rozvoji v rámci politik Evropské unie

Dle Evropského parlamentu je udržitelný rozvoj chápán jako zlepšování životní úrovně a blahobytu lidí v mezích kapacity ekosystémů při zachování přírodních hodnot a biologické rozmanitosti pro současné a příští generace. Tato definice pojímá časový rozměr udržitelného rozvoje a udržitelný rozvoj koncipuje z hlediska lidského společenství (Evropský parlament, 2018). V nejširším slova smyslu je udržitelný rozvoj zaměřen na prosazování souladu mezi lidstvem a přírodou (Evropská komise, 2005). V roce 1972 proběhla Stockholmská konference o lidském ŽP, která byla významným mezníkem pro vývoj udržitelného rozvoje v EU¹. Po této konferenci byla vyhlášena ambicióznější politika EU ve vztahu k ŽP. Udržitelný rozvoj je základním cílem EU, zakotveným již v Amsterdamské smlouvě.

2.3.1 Amsterdamská smlouva, Cardiffský proces a Strategie udržitelného rozvoje Evropské unie

Přijetí Amsterdamské smlouvy bylo významným mezníkem v procesu environmentální integrace. Tato smlouva vstoupila v platnost 1. 1. 1999 a je součástí primárního práva EU. Smlouva klade důraz na integraci environmentálních aspektů do ostatních politik EU. Zároveň, v rámci integrace environmentálních aspektů do ostatních politik EU, dala podnět k zahájení tzv. „Cardiffského procesu“. Příprava tohoto procesu začala zahrnutím příslušných ustanovení do závěrů Evropské rady v Lucemburku v roce 1997. Poté předložila Evropská komise směrnici pro integraci ochrany ŽP do dalších politik. Integraci v oblasti ŽP se dostalo institucionálního podnětu v roce 1998, kdy Evropská rada zahájila Cardiffský proces, v jehož rámci požaduje, aby různé konfigurace Rady vypracovaly integrační strategie. Na summitu Evropské rady v Cardiffu byly požádány konfigurace Rady (první skupina) doprava, energetika a zemědělství, aby zahájily proces integrace. Na summitu Evropské rady ve Vídni byla vytvořena druhá konfigurace Rady pro rozvoj, vnitřní trh a průmysl, která zahájila proces integrace. První skupina již předložila zprávy o rozvoji strategie. Evropská rada v Kolíně nad Rýnem obdržela zprávu od Evropské komise o integraci aspektů ŽP do všech příslušných oblastí politik. Požádala Radu pro všeobecné záležitosti, Radu ECOFIN a Radu pro rybolov,

¹ Obecně jsou popsány politiky a strategie vývoj EU. Je třeba vzít v úvahu kontext vývoje Evropského společenství. Až Lisabonskou smlouvou získává EU právní subjektivitu a oficiálně se začíná používat název Evropská unie. Před Lisabonskou smlouvou oficiálně byly tyto politiky a strategie Společenství.

aby rovněž předložili do roku 2000 jejich příslušné zprávy o rozvoji Cardiffských strategií. Na summitu Evropské rady v Helsinkách prezentovala první skupina strategie pro dopravu, energii a zemědělství. Druhá skupina předložila zprávu a zahájila práci na strategiích. Třetí skupina také zahájila práci na strategiích. Evropská rada požádala jednotlivé konfigurace, aby dokončily práce a předložily komplexní strategie na zasedání Evropské rady v Göteborgu v červnu 2001. Strategie udržitelného rozvoje pro EU (EU SDS) byla na tomto summitu v Göteborgu přijata Evropskou radou a je první strategií EU pro udržitelný rozvoj. V roce 2002 komise předložila druhé sdělení zaměřující se na vnější rozměr udržitelného rozvoje, které bylo schváleno Evropskou radou v Barceloně. Texty dohromady tvoří základ ucelené strategie EU pro udržitelný rozvoj (Evropská komise, 2005).

Na základě přezkumu EU SDS z roku 2005 Evropská rada přijala v roce 2006 obnovenou SDS pro rozšířenou EU, která vychází ze strategie přijaté v roce 2001. Obecným cílem obnovené strategie EU pro udržitelný rozvoj je určovat a rozvíjet činnosti, které EU umožní dosáhnout trvalého zvyšování kvality života pro současné i budoucí generace, a to prostřednictvím vytvoření udržitelných společenství schopných účinně řídit a využívat zdroje a potenciál hospodářství k ekologickým a sociálním inovacím a zajistit tak prosperitu, ochranu ŽP a sociální soudržnost (Rada EU, 2006). EU SDS z roku 2006 byla reakcí na přetrvávající neudržitelné trendy v oblasti změn klimatu a spotřeby energie.

2.3.2 Indikátory udržitelného rozvoje Evropské unie

V rámci EU SDS byly speciální pracovní skupinou Eurostatu vyvinuty indikátory udržitelného rozvoje (SDIs), které monitorují pokrok EU v oblasti udržitelného rozvoje. Součástí indikátorů jsou i decouplingové indikátory, které se netýkají pouze jedné veličiny, nýbrž dvou. Jedna veličina je obvykle ekonomická proměnná a druhá představuje veličinu environmentální (Evropská komise, 2010). Tabulka č. 2.2 zobrazuje témata a hlavní indikátory SDIs. Ty jsou určeny k tomu, aby poskytly celkový obraz o tom, zda Evropská unie dosáhla pokroku směrem k udržitelnému rozvoji (Eurostat, 2018).

Tab. č. 2.2 Soubor indikátorů udržitelného rozvoje Evropské unie

Téma	Hlavní indikátor
Sociálně-ekonomický vývoj	Reálné HDP na obyvatele, tempo růstu
Udržitelná spotřeba produkce	Produktivita zdrojů
Sociální začlenění	Osoby ohrožené chudobou nebo sociálním vyloučením
Demografické změny	Míra zaměstnanosti starších pracovníků
Veřejné zdraví	Délka zdravého života, délka života při narození (dle pohlaví)
Změna klimatu a energie	Emise skleníkových plynů, primární spotřeba energie
Udržitelná doprava	Spotřeba energie v dopravě ve vztahu k HDP
Přírodní zdroje	Běžný index ptactva
Globální partnerství	Oficiální rozvojová pomoc jako podíl hrubého národního důchodu
Řádná veřejná správa	Žádný hlavní indikátor

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

V rámci indikátorů SDIs byly vytvořeny dva decouplingové indikátory, které mají sledovat rozsah oddělení mezi ekonomikou a ŽP – produktivita zdrojů a spotřeba energie v dopravě. Ukazatel produktivity zdrojů je vyjádřen rozdílem mezi HDP a DMC. Ukazatel spotřeby energie v dopravě srovnává spotřebu energie v dopravě s HDP (Eurostat, 2018).

2.3.3 Klimaticko-energetický balíček a strategie Evropa 2020

V roce 2008 byl přijat Evropskou radou a Parlamentem Klimaticko-energetický balíček. Klimaticko-energetický balíček je soubor aktů sekundárního práva a stanoví právně závazné cíle, podle nichž mají být emise skleníkových plynů do roku 2020 sníženy na úroveň o 20 % nižší oproti hodnotám v roce 1990. Podíl obnovitelné energie by měl být do roku 2020 zvýšen o 20 % oproti roku 1990 a energetická účinnost zlepšena o 20 % ve stejném období. Klimaticko-energetický balíček tvoří 4 právní texty a dva doplňkové právní předpisy.² Tato opatření umožní EU, aby se stala nízkouhlíkovou ekonomikou a zvýší energetickou bezpečnost v EU. Díky balíčku je EU prvním regionem na světě, který provádí dalekosáhlé právně závazné

² Klimaticko-energetický balíček je tvořen těmito právními předpisy: Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 443/2009, Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES, Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/29/ES, Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/30/ES, Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/31/ES, Rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 406/2009/ES.

cíle v oblasti klimatu a energie (Evropská komise, 2008). Představitelé EU se na summitu v Bruselu v říjnu 2014 dohodli na obecné podobě klimaticko-energetické politiky do roku 2030. Nový rámec počítá se třemi klimaticko-energetickými cíli, reformou systému emisního obchodování a kompenzacemi pro méně bohaté země.

Další stěžejní iniciativou je strategie Evropa 2020, která oproti Klimaticko-energetickému balíčku obsahuje nezávazná sdělení. Evropa 2020 je strategie pro inteligentní a udržitelný růst podporující začlenění. Cílem je dosažení takového hospodářského růstu, jenž bude založen na principech znalostní ekonomiky, bude udržitelný a bude podporovat sociální a územní začleňování (Evropská komise, 2010). Ve strategii Evropa 2020 jsou stanovené tři vzájemně se posilující priority (inteligentní růst, udržitelný růst, růst podporující začlenění). První prioritou je inteligentní růst, v jehož rámci se státy zavázaly rozvíjet ekonomiku založenou na znalostech a inovacích. Udržitelný růst je zaměřen na podporu konkurenceschopnější ekologičtější ekonomiky méně náročné na zdroje. Růst podporující začlenění podporuje ekonomiky s vysokou zaměstnaností, jež se vyznačují sociální a územní soudržností (Evropská komise, 2010).

Ve strategii Evropa 2020 si státy vymezily cíle, které by měly splnit do roku 2020.

- 75 % obyvatelstva ve věku od 20 do 64 let by mělo být zaměstnáno,
- 3 % HDP Evropské unie by mělo být investováno do výzkumu a vývoje,
- v oblasti klimatu a energie by mělo být dosaženo cílů „20-20-20“. To znamená, snížit emise skleníkových plynů nejméně o 20 % oproti úrovním z roku 1990 nebo o 30 %, pokud pro to budou příznivé podmínky, zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie v konečné spotřebě energie na 20 % a zvýšit energetickou účinnost o 20 %.
- Podíl dětí, které předčasně ukončí školní docházku, by měl být pod hranicí 10 % a nejméně 40 % mladší generace by mělo dosáhnout terciární úrovně vzdělání,
- počet osob ohrožených chudobou by měl klesnout o 20 milionů (Evropská komise, 2010).

Tyto hlavní cíle, definované Komisí, se týkají EU jako celku. Jednotlivé národní cíle byly dohodnuty individuálně tak, aby odrážely rozdílné podmínky, které v jednotlivých zemích převládají a mohou se proto od těch unijních výrazně odlišovat (Euraktiv, 2014).

2.3.4 Vývoj v rámci environmentálních akčních programů

Ve spojitosti s konferencí ve Stockholmu (1972) vyzvala Evropská rada Evropskou komisi k přípravě konkrétních opatření řešících otázky ŽP. Vznikl požadavek na první environmentální akční program pro ŽP. Od roku 1972 do roku 1992 byly vyhlášeny čtyři po sobě následující akční programy, založené na vertikálním a dílčím sektorovém přístupu k ekologickým problémům (Drastichová, 2018). Na základě usnesení Evropské rady a zástupců vlád jednotlivých členských států EU, byl v roce 1992 přijat pátý environmentální akční program (5. EAP) s názvem "Směrem k udržitelnosti" na období 1993-2000. Je to první environmentální akční program po celosvětové konferenci v Rio de Janeiro. Je komplexní a jeho cílem je přechod k udržitelnému rozvoji. Hlavními rysy 5. EAP byly: udržitelnost celkové kvality života, udržitelnost trvalého přístupu k přírodním zdrojům, snaha zabránit trvalému poškození ŽP a udržitelný rozvoj, který uspokojuje potřeby současné generace, aniž by přitom omezil potřeby generací budoucích (Evropská komise, 1993). Přestože v některých oblastech 5. EAP bylo dosaženo pokroku, k problémům v oblasti ŽP docházelo stále. 5. EAP stanovil, že ke zlepšení nedojde, dokud:

- nebude dosaženo rozvoje v implementaci environmentální legislativy v členských státech EU,
- nebude zlepšena a prohloubena integrace zájmů životního prostředí do ekonomických a sociálních politik, jež jsou příčinou tlaků na ŽP,
- aktéři a občané nezvýší úsilí chránit ŽP,
- nebudou poskytnuty nové podněty k opatřením, zaměřeným na řešení vážných a dlouhodobých environmentálních problémů (Evropská komise, 2002).

Jednou z hlavních příčin nedodržení závazků 5. EAP byla nedostatečná kvalifikace vymezených úkolů a cílů pro stanovené okruhy a problémy, nemožnost monitoringu realizace a zhodnocení cílů (Šimíčková, 2017).

Na základě revize výše zmíněného 5. EAP byla zformulována řada doporučení, které vedly ke strategickému zaměření šestého environmentálního akčního programu (6. EAP) nazvaném „Životní prostředí 2010: Naše budoucnost, naše volba“. Pro období 2002–2012 6. EAP efektivně stanovil environmentální cíle a priority (Centrum pro otázky životního prostředí, 2018). Pro vypracování 6. EAP byly vytyčeny tyto požadavky: stanovit soubor priorit a cílů na příštích 10 let, formulovat jasnou vizi ochrany přírodních ekosystémů a kvality života založeného na zdravém prostředí, zahrnout kvalitativní a kvantitativní cíle a vymezit časový

plán realizace cílů. 6. EAP byl zaměřen na čtyři prioritní oblasti a pro každou oblast je stanoven hlavní cíl (Evropská komise, 2001).

Tab. č. 2.3 Cíle a priority šestého environmentálního akčního programu

Prioritní oblast	Cíl
Boj s klimatickou změnou	Stabilizovat atmosférické koncentrace emisí skleníkových plynů
Příroda a biodiverzita – ochrana jedinečného zdroje	Ochraňovat a obnovovat funkčnost přírodních systémů a zastavit ztrátu biodiverzity v EU i v celosvětovém měřítku, chránit půdy před erozí a znečištěním
Životní prostředí a zdraví	Dosáhnout takové kvality ŽP, kde úrovně znečišťujících látek, vyrobených člověkem, nevyvolají signifikantní dopady na lidské zdraví nebo nebudou lidské zdraví ohrožovat
Trvale udržitelné využívání přírodních zdrojů a hospodaření s odpady	Zajistit, že spotřeba obnovitelných a neobnovitelných zdrojů nepřevyší únosnou kapacitu ŽP, dosáhnout oddělení trendů využívání zdrojů od ekonomického růstu pomocí signifikantního zvýšení efektivity využívání zdrojů, dematerializací ekonomiky a prevencí vzniku odpadů

Zdroj: European Parliament and Council of the European Union (2002). Vlastní zpracování

Tab. č. 2.3 zobrazuje cíle na priority 6. EAP. Velká část 6. EAP se významně zaměřuje na dopady využívání přírodních zdrojů na ŽP a zdraví. V 6. kapitole s názvem: „Trvale udržitelné využívání přírodních zdrojů a hospodaření s odpady“ je obecným cílem dodržovat to, aby využívání obnovitelných a neobnovitelných zdrojů i jeho dopady nepřekračovaly míru, kterou ŽP může snést. Přerušit spojení mezi využíváním zdrojů a růstem ekonomiky může zlepšit účinnost používání zdrojů při současném rozvoji méně materialistické ekonomiky (European Parliament and Council of the European Union, 2002).

V lednu 2014 vstoupil v platnost sedmý environmentální akční program (7. EAP), který vychází z 6. EAP. 7. EAP vychází také z politických iniciativ strategie Evropa 2020 a Klimaticko-energetického balíčku EU (Evropská komise, 2013).

Tab. č. 2.4 Prioritní cíle sedmého environmentálního akčního programu

Prioritní cíl 1	Chránit, zachovávat a rozvíjet přírodní bohatství EU
Prioritní cíl 2	Změnit EU v zelené, konkurenceschopné a nízkouhlíkové hospodářství účinně využívající zdroje
Prioritní cíl 3	Chránit občany EU před environmentálními tlaky a riziky ovlivňujícími jejich zdraví a dobré životní podmínky
Prioritní cíl 4	Maximalizovat přínos právních předpisů EU v oblasti ŽP zlepšením jejich provádění
Prioritní cíl 5	Zlepšit znalostní a faktickou základnu pro politiku EU v oblasti ŽP
Prioritní cíl 6	Zajistit investice pro politiku v oblasti ŽP a klimatu a řešit environmentální externality
Prioritní cíl 7	Zlepšit začlenění problematiky ŽP a soudržnost politik
Prioritní cíl 8	Posílit udržitelnost měst v EU
Prioritní cíl 9	Zvýšit efektivnost EU při řešení mezinárodních problémů v oblasti ŽP a klimatu

Zdroj: Úřední věstník Evropské Unie (2013). Vlastní zpracování

První tři prioritní cíle 7. EAP uvedené v tab. 2.4 představují tři hlavní oblasti. První oblast opatření se váže k přírodnímu bohatství, druhá oblast opatření se týká podmínek, které pomohou transformovat EU na nízkouhlíkové hospodářství účinně využívající zdroje a třetí oblast opatření se zaměřuje na výzvy spojené se zdravím a dobrými životními podmínkami člověka (Evropská komise, 2013).

2.3.5 Cíle udržitelného rozvoje Evropské unie

EU SDS byla nahrazena cíli udržitelného rozvoje (EU SDGs). Jedná se o sadu indikátorů SDGs pro EU (EU SDGs indicator set), která reflektuje SDGs. Indikátory jsou strukturovány do 17 cílů. Těchto 17 cílů udržitelného rozvoje představuje program rozvoje EU na období 2015–2030 (Eurostat, 2018).

Tab. č. 2.5 Stručné vymezení cílů udržitelného rozvoje Evropské unie

Cíle udržitelného rozvoje EU			
1.	Odstranění chudoby	10.	Snížení nerovnosti
2.	Konec hladovění	11.	Udržitelná města a obce
3.	Dobré zdraví a pocit pohody	12.	Udržitelná spotřeba a výroba
4.	Kvalita vzdělání	13.	Klimatická změna
5.	Rovnost pohlaví	14.	Život ve vodě
6.	Pitná voda, kanalizace	15.	Život na souši
7.	Cenově dostupná a čistá energie	16.	Mír, spravedlnost a silné instituce
8.	Důstojná práce a ekonomický růst	17.	Partnerství ke splnění cílů
9.	Průmysl, inovace a infrastruktura		

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Tabulka č. 2.5 stručně vymezuje 17 cílů udržitelného rozvoje EU. Pro každý cíl jsou stanoveny indikátory, které monitorují pokrok, nebo odhalují nedostatky v dané oblasti. Všechny indikátory jsou seskupeny do dílčích cílů, aby podtrhly vzájemné propojení a vyzdvihly různé aspekty každého cíle (Eurostat, 2018).

2.3.5.1 Cíl 12: Udržitelná spotřeba a výroba

Cíl 12 v rámci EU SDGs, zobrazený v tab. č. 2.4, vyzývá k přijetí udržitelných postupů, podávání zpráv o udržitelnosti ze strany podniků a podporuje udržitelné postupy při zadávání veřejných zakázek a racionalizaci neefektivních dotací na fosilní paliva ze strany tvůrců politik. Podporuje životní styl spotřebitelů, vývoj nových technologií a metod výroby. Předpokládá udržitelnou spotřebu a výrobu, která efektivně využívá zdroje. Rovněž zdůrazňuje význam posílení vědeckých a technologických kapacit tak, aby se země přeorientovaly na udržitelné modely spotřeby a výroby a rozvíjely nástroje pro sledování dopadů udržitelného rozvoje na udržitelný cestovní ruch (Eurostat, 2018).

Tab. č. 2.6 Indikátory udržitelné spotřeby a výroby

INDIKÁTORY: Cíl 12 – Udržitelná spotřeba a výroba	
Spotřeba toxických chemikálií podle nebezpečí	Recyklace a skládkování odpadů s výjimkou hlavních minerálních odpadů
Produktivita zdrojů a domácí spotřeba materiálu	Spotřeba primární energie
Průměrné emise CO ₂ z nových automobilů na km	Konečná spotřeba energie
Objem nákladní dopravy v poměru k HDP	Energetická produktivita
Výroba odpadů s výjimkou hlavních minerálních odpadů nebezpečností	Podíl obnovitelné energie na hrubé konečné spotřebě energie podle odvětví

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

V tab. č. 2.6 jsou vypsané indikátory udržitelné spotřeby a výroby, které spadají pod cíl 12. Pokrok v rámci těchto indikátorů vede k oddělení ŽP a ekonomického růstu, snížení spotřeby energie a řešení vzniku a řízení odpadů. Důležitým indikátorem aplikovaným v analýze je indikátor produktivity zdrojů a domácí spotřeba materiálu. RP je definována jako HDP dělený DMC (Eurostat, 2018).

2.3.5.2 Cíl 13 – Klimatická změna

Cílem EU v oblasti klimatické změny, který vychází z EU SDS, je posílit odolnost a adaptabilitu zemí vůči rizikům, které souvisejí s klimatem a přírodními katastrofami, a to tím, že se do vnitrostátních strategií, politik a plánování začlení opatření ke zmírňování změny klimatu a adaptační opatření. To také vyžaduje lepší vzdělávání, zvyšování povědomí o změně klimatu, schopnost zmírňovat tyto změny a přizpůsobovat se jim (Eurostat, 2018).

Tab. č. 2.7 Indikátory klimatické změny

Indikátory: Cíl 13 – Klimatická změna	
Emise skleníkových plynů	Spotřeba primární energie
Intenzita emisí skleníkových plynů při spotřebě energie	Konečná spotřeba energie
Průměrná teplotní odchylka	Obyvatelstvo, na které se vztahuje Pakt starostů a primátorů pro udržitelnou energii a klima
Ekonomické ztráty související s klimatem podle druhu události	Průměrné emise CO ₂ z nových automobilů na km
Příspěvek státu k mezinárodnímu závazku ve výši 100 mld. USD na výdaje spojené s klimatem	Průměrná kyselost oceánů
Podíl obnovitelné energie na hrubé konečné spotřebě energie podle odvětví	

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Tab. č 2.7 zobrazuje indikátory klimatické změny. Pod cíl číslo 13 spadá 11 indikátorů, které měří změnu klimatu. Velmi důležitým indikátorem pro oblast klimatické změny jsou emise GHG. Indikátor měří emise GHG v EU, které jsou stanoveny v Kjótském protokolu.

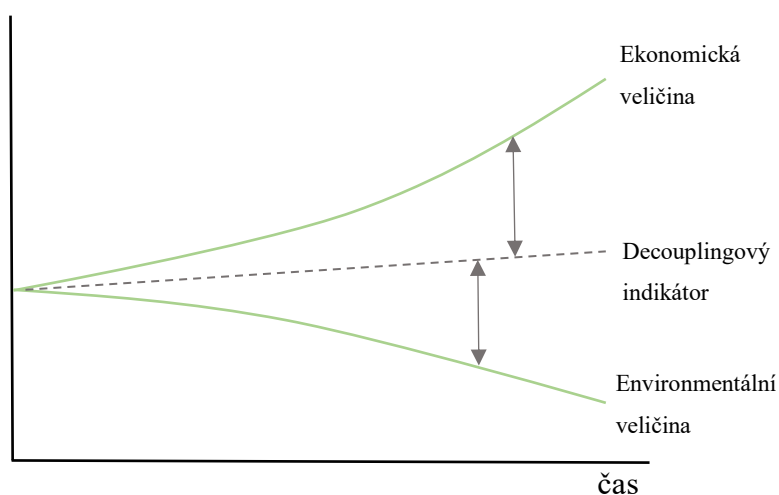
2.4 Koncept decouplingu

Praktická aplikace a implementace udržitelného rozvoje je prováděna na základě konceptu decouplingu, zelené ekonomiky, zeleného růstu a kruhové ekonomiky (Drastichová, 2018).

Decoupling znamená zrušení vazby, oddělení ekonomiky od ŽP. Decoupling ŽP (emise, odpady, spotřeba energie apod.) a ekonomiky vyjadřuje závislost mezi environmentální a ekonomickou sférou. Cílem je dosažení takového trvalého oddělení, kde ekonomický růst nepovede k prohlubování degradace ŽP (Evropská komise, 2010).

Decoupling je možné členit na absolutní a relativní. Absolutní decoupling znamená, že environmentální veličina je stabilní nebo se snižuje, zatímco ekonomická veličina roste. Absolutní decoupling je skutečné oddělení environmentálních dopadů od ekonomické aktivity.

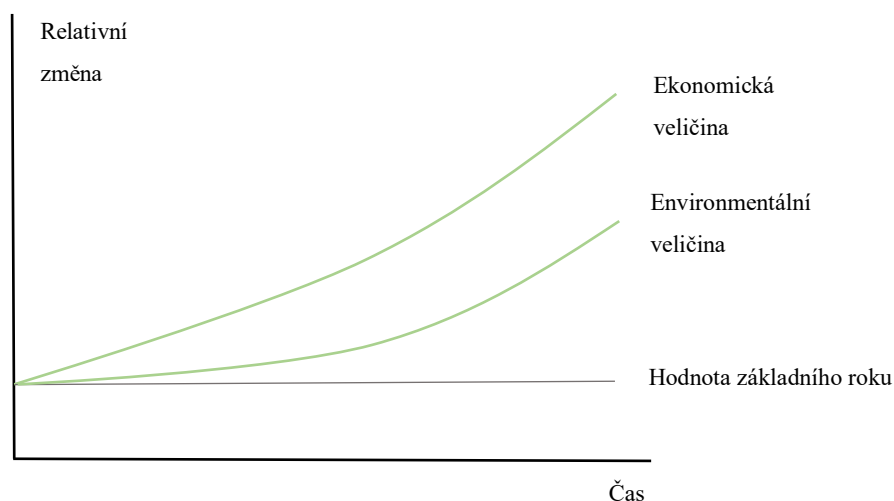
Graf č. 2.1 Absolutní decoupling ekonomické a environmentální veličiny



Zdroj: European Environmental Agency (2012). Vlastní zpracování

Graf č. 2.1 znázorňuje absolutní oddělení křivek ekonomické a environmentální veličiny. Podílem ekonomické a environmentální veličiny je decouplingový indikátor. K relativnímu decouplingu dochází v případě, že ekonomická veličina roste rychleji než environmentální veličina (Eurostat, 2018).

Graf č. 2.2 Nepříznivý relativní decoupling ekonomické a environmentální veličiny

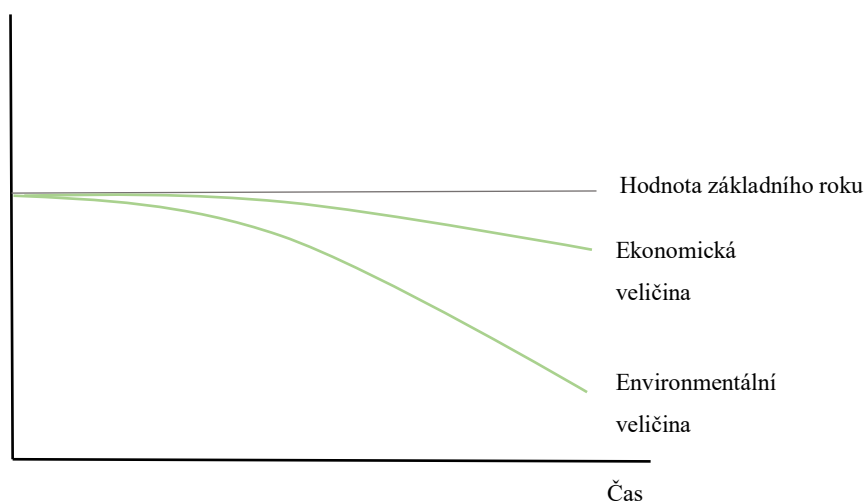


Zdroj: Dynamix (2013). Vlastní zpracování

Graf č. 2.2 zobrazuje nepříznivý relativní decoupling. Ukazatel ekonomické veličiny i ukazatel veličiny environmentální roste. Tento relativní decoupling je považován za nepříznivý, protože roste environmentální veličina. Příznivý relativní decoupling je takové oddělení, kde se snižuje environmentální i ekonomická veličina. Pokles environmentální veličiny musí být vyšší než pokles ekonomiky. Růst ekonomické veličiny by však měl být

požadovaný v případech, kdy není možné zjistit, zda blahobyt společnosti, společně se stagnací či poklesem HDP, roste. Jestliže HDP roste, je tedy vhodné zkoumat vývoj ŽP ve vztahu k HDP. Pokud však HDP klesá a dochází k decouplingu, pak je nutné zkoumat také vývoj indikátorů reflektujících blahobyt (Drastichová, 2018). Pokud HDP klesá v důsledku nepříznivé ekonomické situace, relativní decoupling nelze považovat za příznivý (Eurostat, 2018). Tato situace je práci nazývaná také jako speciální případ relativního decouplingu.

Graf č. 2.3 Příznivý relativní decoupling mezi ekonomickou a environmentální veličinou



Zdroj: Dynamix (2013). Vlastní zpracování

Graf č. 2.3 zobrazuje příznivý relativního decoupling, kdy klesá environmentální veličina spolu se stagnací či mírným poklesem ekonomiky při zvyšování blahobytu společnosti. Pokud roste environmentální veličina rychleji než veličina ekonomická, nedochází k decouplingu a je možno tuto situaci nazývat také jako coupling (Eurostat, 2018).

První organizace, které přijala koncept decouplingu, byla OECD a považuje ho za jeden z hlavních cílů. OECD vedla vyspělé země ke snaze oddělovat tzv. „ekonomické dobro“ – ekonomický výkon od „environmentálního zla“ – stavu ŽP (Dynamix, 2018). Prakticky, dle sdělení Komise ze dne 21. prosince 2005 s názvem: „Tematická strategie pro udržitelné využívání přírodních zdrojů“, decoupling v Evropské unii znamená oslabování účinků využívání zdrojů na ŽP a současně zvyšování jejich produktivity v celém rozsahu hospodářství EU (Evropská komise, 2005).

K dosažení decouplingu v EU je potřeba:

- zlepšovat porozumění a znalosti o využívání přírodního bohatství,
- vytvářet nástroje k monitorování stavu ŽP a vykazování pokroku v EU, členských státech a hospodářských sektorech,
- podpořit používání strategických přístupů a postupů v ekonomických sektorech a členských státech EU a povzbudit je v jejich úsilí vypracovávat příslušné plány a programy na ochranu ŽP a
- zvyšovat povědomí zúčastněných stran a občanů o výrazně negativním dopadu využívání zdrojů na ŽP (Dynamix, 2018).

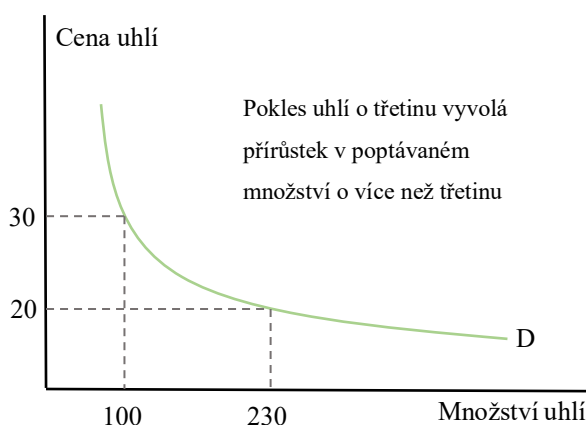
Jedním z klíčových cílů strategií EU je vytvořit unii s efektivním využíváním zdrojů prostřednictvím oddělení ekonomického rozvoje od využívání zdrojů. Vyjadřuje se jako poměr ekonomického výstupu a vstupu zdrojů. Je možné jej měřit na různých úrovních, např. pro národní ekonomiku, pro konkrétní odvětví nebo pro určitý ekonomický proces (Kovalský, 2012). Decouplingu může být dosaženo prostřednictvím dematerializací poskytovaných služeb, vyšší materiálovou účinností (opětovné použití, recyklace, nahrazení), zvýšením energetické účinnosti a udržitelnou spotřebou a výrobou včetně ekologických veřejných zakázek a změn v životním stylu (Dynamix, 2018).

S efektivitou zdrojů souvisí také Rebound efekt. Dle podstaty Rebound efektu, vyšší energetická efektivita někdy paradoxně vede k další spotřebě, zejména tam, kde nebylo možné dosud využívat energie naplno. Část úspor se tak ve skutečnosti vytratí. Pokud je efekt dostatečně velký, může vést až k ohrožení smyslu politik podporujících úsporné technologie. Rozsah se vyjadřuje jako procentní podíl potenciálních úspor, které v rámci celkového zefektivnění nejsou využity. Rebound efekt se může projevit např. při poklesu cen energií, protože vzniklé úspory mohou spotřebitelé využít ke spotřebě většího množství energetických služeb než dříve. Peněžní prostředky, které spotřebitelé ušetří díky vyšší energetické účinnosti, mohou investovat do nákupu více produktů, k jejichž výrobě je nutno spotřebovávat další energii (Euroactiv, 2013).

Dosáhne-li Rebound efekt hodnoty vyšší než 100 %, je efekt považován za Jevonsův paradox. K Jevonsovu paradoxu dochází tehdy, když snížení relativní ceny zdroje v souvislosti se zvyšováním efektivity jeho využívání vyvolá relativně větší růst spotřeby. Jevons vycházel z hypotézy, že pokud lze spotřebovávat zdroje efektivněji, je zapotřebí využívat jejich menší množství. Spotřeba zdroje by měla klesat. Tato hypotéza však nebyla pravdivá, protože s růstem

efektivnosti využívání zdrojů, spotřeba rostla (Musil, 2009). Jevons se původně zabýval tématem parního stroje a spotřeby uhlí, který popsal v knize „The Coal Question“ v roce 1865. Efekt souvisel s cenovou elasticitou poptávky po daném zdroji. S růstem efektivity využívání uhlí se zároveň snižuje jeho relativní cena. Pokles relativní ceny vyvolá zvýšení poptávaného množství po zboží (posun po křivce poptávky). Pokud je poptávka po uhlí cenově elastická, relativní přírůstek poptávaného množství je větší, než relativní pokles ceny uhlí (Jevons, 1865).

Graf č. 2.4 Jevonsův paradox



Zdroj: Musil (2009). Vlastní zpracování

Jevonsův paradox hraje klíčovou roli v situaci, kde změna technologie skutečně výrazně snižuje spotřebu energie či materiálů na jednotku výroby a dochází tedy k decouplingu (Johanisová a Franková, 2011). Analýza DMC odhaluje, zda jsou zdroje využívány efektivně a zda nedochází k růstu zdrojů při současném stavu jejich efektivity.

2.4.1 Rámce pro měření decouplingu a udržitelného rozvoje

Pro měření a hodnocení decouplingu je žádoucí, aby byly brány v úvahu logické vztahy mezi indikátory. Tyto přístupy posuzují zvláštní příčiny kvality ŽP ve vztahu ke specifickým ekonomickým faktorům (Nordic Council of Ministers, 2006). Rámce indikátorů poskytují prostředky pro strukturování souborů indikátorů způsobem, který usnadňuje jejich interpretaci. Indikátory jsou obvykle potřebné pro mnoho aspektů problémů a vybraný rámec zajišťuje, že všechny tyto aspekty jsou zohledněny. Rámce mohou pomoci pochopit vzájemné propojení různých problémů. Jedním z nejužitečnějších rámců je „Driving-Pressure-State-Impact-Response“ (DPSIR) rámec.

První koncepční a základní model je rámec „Pressure-State-Response“ (PSR) přijatý OECD roku 1994. Model PSR byl vyvinut již v 70. letech kanadským statistikem Anthonym

Friendem. Rámec byl založen na konceptu kauzality. To znamená, že lidské aktivity vyvíjí tlak na ŽP a mění jeho kvalitu a množství přírodních zdrojů. Informace o změnách získají rozhodovací instituce ve společnosti, které reagují prostřednictvím environmentálních, obecných hospodářských a odvětvových politik. Tyto společenské reakce usilují o změnu v chování lidí, což má za následek zlepšení stavu ŽP (Kristensen, 2004).

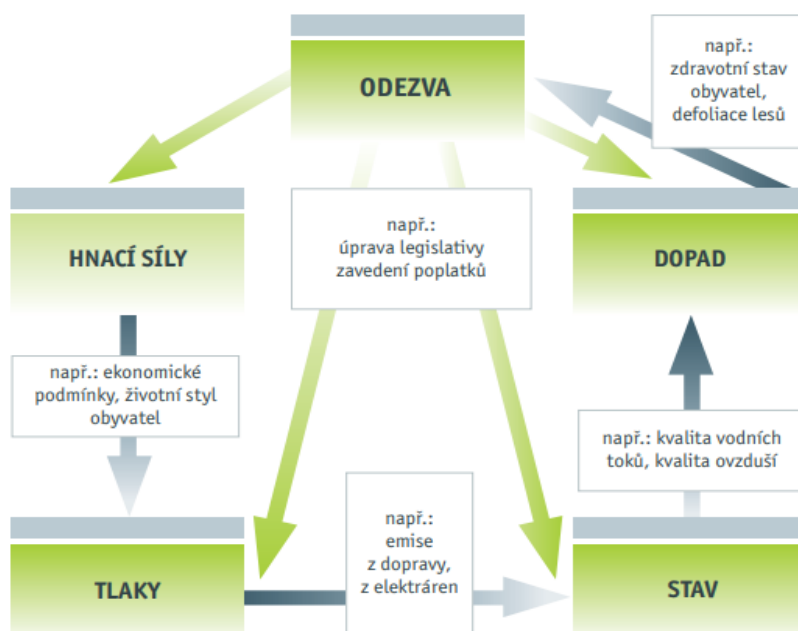
Tab. č. 2.8 – DRSIR (Driving-Pressure-State-Impact-Response) rámec

Indikátor	Překlad	Popis indikátoru
Driving Force	Hnací síla	Sektory, které mají dopad na kvalitu životního prostředí (průmysl, doprava atd.)
Pressure	Tlak	Lidské činnosti či aspekty, které vyvíjejí tlak na ŽP (emise znečišťujících látek, čerpání přírodních zdrojů atd.)
State	Stav	Fyzicky měřitelná charakteristika ŽP, která vyplývá z tlaku (vzduch, voda atd.)
Impact	Dopad	Změna stavu, účinky a dopady, které mohou vyvíjet tlaky na stav (dopad na lidské zdraví a na ekosystémy – blahobyt, biodiverzita atd.)
Response	Odezva	Měří, do jaké míry společnost reaguje na změny a obavy v oblasti ŽP (čistá produkce, veřejná doprava atd.)

Zdroj: Smeets, Weterings (1999). Vlastní zpracování

Tab. č. 2.8 vysvětluje jednotlivé indikátory DPSIR rámce. DPSIR rámec představuje pohled systémové analýzy, kde sociální a ekonomický rozvoj vyvíjí tlak na ŽP a následně na stav ŽP. To vede k dopadům na ekosystémy a lidské zdraví, které mohou vyvolat společenskou reakci, jež reaguje přímo na hnací síly, tlak, stav nebo dopady, a to prostřednictvím adaptačních nebo nápravních opatření.

Obr. č. 2.1 Model DPSIR (Driving-Pressure-State-Impact-Response)



Zdroj: CENIA (2008)

Vztahy jednotlivých indikátorů DPSIR rámce jsou zobrazeny v obrázku č. 2.1. Hnacími silami jsou např. ekonomické podmínky, které umožní zvýšit průmyslovou výrobu, čímž dojde k produkci vyšších emisí (tlaky), které zhorší kvalitu ovzduší (stav) a následně se projeví na zdravotním stavu obyvatelstva. Důsledkem je upravení norem ohledně produkce škodlivin průmyslem (odezva) (Štosek, 2008). V práci jsou analyzované decouplingové indikátory RP a emise GHG, kde proměnná HDP je hnací silou a DMC i emise GHG jsou proměnné tlaku.

2.4.2 Metodologie měření decouplingu

Decoupling je možné sledovat pomocí decouplingových indikátorů nebo měřit speciálními metodami (regresní analýza, dekompozice). V případě, že ekonomickou proměnnou bude zastupovat ukazatel HDP, je nutné zohlednit způsob jeho výpočtu. Pro zkoumání vývoje v čase jediné geopolitické oblasti se používá HDP v řetězových objemech (CLV). Pokud porovnávají indikátory mezi zeměmi v jednom období, použije se ukazatel HDP v paritě kupní síly (PPS) (Eurostat, 2018).

Decouplingový indikátor představuje poměr dvou proměnných v čase. Tyto proměnné monitorující stav ŽP (Nordic Council of Ministers, 2006).

$$DI = \frac{DF}{EP} . \quad (2.1)$$

DI – Decouplingový indikátor,

DF – Ekonomická veličina,

EP – Environmentální veličina.

Protože decouplingový indikátor znázorňuje pouze podíl ekonomické a environmentální veličiny, je zapotřebí vypočítat procentní růst jednotlivých veličin v čase. Pak bude možné zhodnotit, zda dochází k decouplingu a jestli se jedná o decoupling relativní nebo absolutní. Existují i takové přístupy k měření decouplingu, které zkoumají vztah mezi veličinami tak, aby bylo možné analyzovat i jeho decouplingu. Například modifikovaný decouplingový indikátor představuje metodu měření, která uvažuje decouplingový indikátor v jednoduchém lineárním regresním modelu s dvěma proměnnými, jednou závislou a druhou nezávislou proměnnou (Nordic Council of Ministers, 2006). Výše zmíněné vztahy je možno zkoumat také korelační analýzou, průřezovou analýzou či analýzou časových řad. Mnohem složitější, ovšem přesnější, je dekompoziční analýza. Mezi základní přístupy analýzy časových řad patří klasická dekompozice, založena na vícerozměrné regresní analýze (Drastichová, 2018).

Regresní model se zaměřuje na souvislosti ekonometrické teorie a reality (Haavelmo, 1994). Ekonometrie vychází z aplikace matematické statistiky na ekonomických datech, které jsou konstruovány prostřednictvím matematické ekonomie a slouží k získání empirických výsledků (Gujarati, 2003). Regresní analýza slouží pro kvantitativní popis vztahů mezi veličinami a jejím úkolem je vysvětlit změny hodnot jedné veličiny změnami hodnot jiných veličin. Při budování regresních modelů se běžně užívá metoda nejmenších čtverců (MNČ). MNČ poskytuje postačující odhady parametrů jenom při současném splnění všech předpokladů o datech a také o regresním modelu. Pokud tyto předpoklady nejsou splněny, ztrácí výsledky měřené MNČ své vlastnosti (Cipra, 2013). V modelech lineární regrese, je nezbytné dodržet tyto předpoklady:

- nulová kovariance,
- vysvětlující proměnné jsou nestochastické,
- střední hodnota náhodné složky je rovna 0,
- náhodné složky jsou nekorelované (testování nepřítomnosti autokorelace),
- rozptyl náhodné chyby je konečný a konstantní (testování homoskedasticity),
- vysvětlující proměnné nejsou kolineární (testování multikolinearity),

- regresní model je správně specifikován (testování specifikace),
- náhodná složka má normální rozdělení (testování normality reziduí) (Hančlová, 2012).

Rozlišují se tři základní typy analýzy. Časová analýza pozoruje systém ve vývoji v čase, průřezová analýza pozoruje systém v jednom časovém okamžiku pro několik objektů a panelová analýza je kombinací časové a průřezové analýzy (Hušek, 2007).

Proces ekonometrického modelování je rozložen na tyto fáze: formulace ekonomického modelu, formulace matematického modelu, formulace ekonometrického modelu, získání datových souborů, odhady parametrů modelu, verifikace odhadnutého modelu a využití odhadovaného modelu (Hušek, 2007). Ekonomický model stanovuje předmět zkoumání a klasifikuje proměnné, vymezuje popis vazeb a vztahů mezi zkoumanými proměnnými, a formuluje základní hypotézy o chování proměnných. Matematický model (deterministický) určuje klíčové proměnné v modelu, transformuje ekonomický model do analytické formy (rovnice) a stanoví omezení modelu. Ekonometrický model (stochastický) zavádí k matematickému navíc náhodnou složku. Stochastický proces musí být stacionární, tedy střední hodnota časových řad konstantní v čase, variabilita konstantní v čase a kovariance ve dvou různých časových obdobích závislá pouze na vzdálenosti v čase (Hančlová, 2012).

Verifikace modelu má tři základní fáze, a to statistickou, ekonometrickou a ekonomickou. Statistická verifikace posuzuje statistické významnosti. Ekonometrická verifikace ověřuje plnění podmínek a předpokladů potřebných pro aplikace konkrétních ekonometrických metod, technik a testů. V rámci ekonomické verifikace se analyzuje také faktor nejistoty (reziduální složka), který dodává modelu stochastický charakter. Tato reziduální složka by neměla obsahovat sériovou závislost na svých zpožděných hodnotách (problém autokorelace), měnící se rozptýl náhodné složky (problém heteroskedasticity) a statisticky významnou lineární závislost faktorů determinujících vývoj závislé proměnné (problém multikolinearity). Ekonomická verifikace ověřuje soulad mezi ekonomickými hypotézami sledující ekonomickou teorii spolu s odhadnutým modelem (Hančlová, 2012).

2.5 Zelený růst, zelená ekonomika a kruhová ekonomika

Praktická aplikace a implementace udržitelného rozvoje je uskutečňována na základě konceptu decouplingu, ale také zelené ekonomiky, zeleného růstu a kruhové ekonomiky.

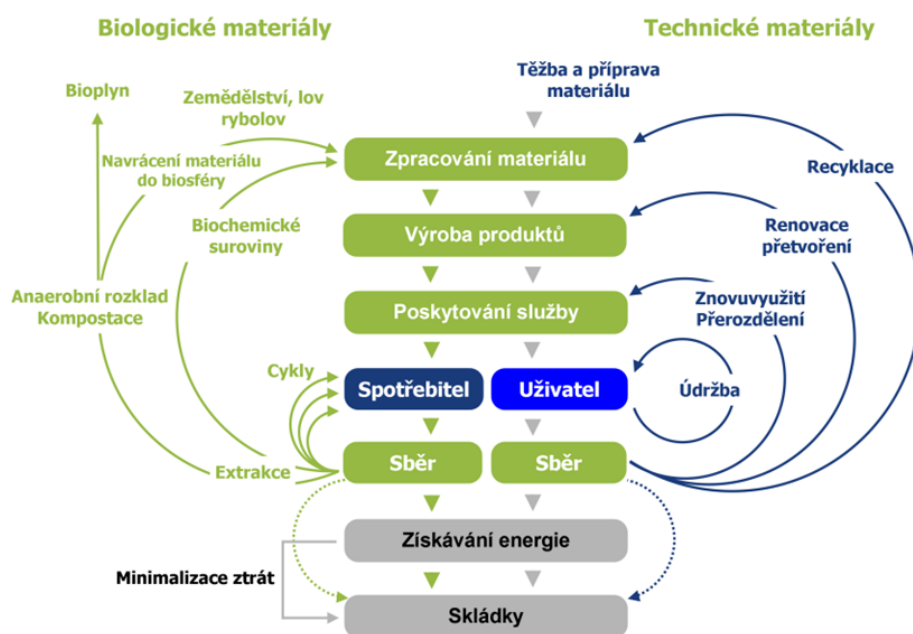
Rozhraním mezi ŽP a ekonomikou je "zelený růst". Zelený růst je chápán jako přeměna environmentálních problémů na příležitosti pro větší prosperitu, což může vést k růstu

ekonomiky a současně řešit ekologickou krizi. Představuje komplexní model rozvoje daného společenství, který bere v úvahu jednotlivá environmentální, ekonomická i sociopolitická hlediska. Jeho cílem je harmonické uspořádání jednotlivých složek společnosti i přírody a jejich vzájemná symbióza (OECD, 2018).

UNEP vymezuje zelenou ekonomiku jako ekonomiku, která je založena na zlepšování života lidí, sociální spravedlnosti a snižování environmentálních rizik. V takové ekonomice se hospodářský růst a ŽP vzájemně doplňují a posilují. Zelená ekonomika je nejvhodnější způsob pro zdravý vývoj budoucích generací (UNEP, 2016).

Kruhovou ekonomiku je možné chápat jako jeden ze způsobů, jak přispět k udržitelnému rozvoji. Kruhá ekonomika zobrazuje životní cyklus výrobků. Tato cyklická ekonomika pomáhá především podnikům a spotřebitelům v přechodu na ekonomiku využívajícímu zdroje udržitelným způsobem. Všechny suroviny, výrobky a odpady by měly být recyklovány tak, že podpoří úspory energie a sníží emise skleníkových plynů (Evropská komise, 2018). Kruhá ekonomika je charakteristická uzavřeným cyklem toku materiálu či energie.

Obr. č. 2.2 Kruhá ekonomika dle legislativy Evropské unie



Zdroj: Čištění a úprava vod ASIO (2014)

Obrázek č. 2.2 zobrazuje schéma kruhové ekonomiky a zároveň znázorňuje princip 3R – reduce, reuse, recycle (redukovat, opětovně použít, recyklovat). Redukce představuje

orientaci ekonomiky na vědecký a technologický pokrok a na inovace, jejíž cílem je zefektivnit využití zdrojů při co nejmenší spotřebě surovin a energie. Princip opětovného použití znamená požadovat výrobu výrobků a jejich obalů, které je možné opětovně použít. Výrobci by se měli zaměřit především na tyto produkty, a tím prodloužit i životní cyklus výrobku. Prostřednictvím využívání obnovitelných zdrojů by klesala produkce a negativní vlivy na ŽP. Princip recyklace znamená, že po ukončení životnosti výrobků či produktů jsou tyto výrobky či produkty použity jako dostupné zdroje. Prioritou při nakládání s odpady je vyhnout se jejich konečné likvidaci (Darnadyová, 2014).

V roce 2015 přijala Evropská komise Akční plán kruhového hospodářství. Akční plán zavádí konkrétní a ambiciózní akční program s opatřeními pokrývajícími celý ekonomický cyklus, a to od výroby a spotřeby až po trh s druhotnými surovinami a revidovaný legislativní návrh o odpadech. V rámci kruhové ekonomiky přijala Evropská komise v lednu 2018 také celoevropskou strategii pro plasty v kruhové ekonomice. Do roku 2030 by měly být dle této strategie všechny plasty recyklovatelné (Evropská komise, 2018).

2.6 Shrnutí kapitoly teoretická východiska pro udržitelný rozvoj a decoupling

S nárůstem schopností člověka využívat energie a přírodní zdroje pro uspokojování svých potřeb, vzrostl i tlak na ŽP. Prostřednictvím cílů, principů a nástrojů, které vyplývají z primárního i sekundárního práva EU, se členské státy EU snaží dosáhnout udržitelného rozvoje. Dle definice udržitelného rozvoje WCED by potřeby současné generace měly být uspokojovány tak, aby nebylo ohroženo uspokojování potřeb budoucích generací (WCED, 1987). Dosažení pokroku směrem k udržitelnému rozvoji bylo v EU monitorováno indikátory udržitelného rozvoje pro EU (EU SDIs), které byly vytvořeny v roce 2005 v rámci obnovené strategie udržitelného rozvoje EU. Tyto indikátory byly v roce 2015 nahrazeny sadou sedmnácti cílů udržitelného rozvoje pro EU (EU SDS indicator set). Pro analýzu práce jsou z této sady cílů pro EU použity indikátory domácí spotřeby materiálu a emise GHG.

Praktická aplikace a implementace aktivit směrem k udržitelnému rozvoji je prováděna na základě konceptu decouplingu, zelené ekonomiky, zeleného růstu nebo kruhové ekonomiky. Decoupling znamená oddělení ekonomiky od ŽP. Jedním z klíčových cílů strategií EU je vytvořit unii s efektivním využíváním zdrojů prostřednictvím oddělení ekonomického rozvoje od využívání zdrojů. S efektivitou zdrojů však souvisí Rebound efekt a Jovonsův paradox. Dle podstaty těchto efektů vyšší energetická efektivita někdy paradoxně vede k další spotřebě.

Pro měření a hodnocení decouplingových indikátorů je žádoucí, aby byly brány v úvahu logické vztahy mezi indikátory, které je možno vysvětlit pomocí DPSIR rámce. Ekonomika má dopad na kvalitu ŽP, proto je ekonomická veličina proměnnou hnací síly. Environmentální veličiny vyvíjejí tlak na ŽP, a proto to jsou proměnné tlaku. K měření decouplingu je možno využít decouplingového indikátoru, který představuje podíl ekonomické a environmentální veličiny. Pokud je růst proměnné hnací síly vyšší než růst proměnné tlaku, jde o relativní decoupling. Když se proměnná tlaku snižuje nebo je stabilní, jde o absolutní decoupling. Vztahy mezi těmito veličinami je možné zkoumat také korelační analýzou, průřezovou analýzou, analýzou časových řad či lineární regresní analýzou, která je spolu s decouplingovým indikátorem využita pro analýzu této práce.

3 Měření decouplingu v rámci Evropské unie

Měření decouplingu vychází z metodologie popsané v podkapitole 2.4.2. Tato kapitola je zaměřená na indikátory DMC a emise GHG, jejich stručný popis a vývoj v čase. Pomocí procentní změny jednotlivých indikátorů a jejich vzájemného srovnání v krátkém období (2015-2016 pro emise GHG, 2016-2017 pro DMC) i dlouhém období (2000-2016 pro emise GHG, 2000-2017 pro DMC) je zjišťováno, či dochází k decouplingu DMC a emisí GHG od HDP v EU i jednotlivých členských státech. Zda bylo skutečně dosaženo decouplingu DMC a emisí GHG od HDP, je ověřeno modely lineární regresní analýzy, které jsou ověřeny statistickou a ekonomickou verifikací.

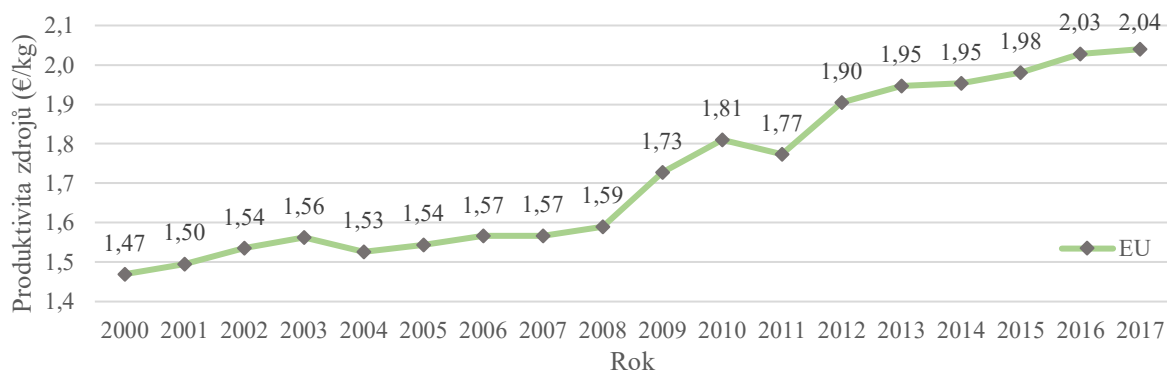
3.1 Decouplingový indikátor domácí spotřeby materiálu

Speciální případy decouplingových indikátorů sady SDGs pro EU, jak již bylo vysvětleno v podkapitole 2.3.5 se netýkají změny pouze jedné veličiny, ale dvou. Příkladem takového indikátoru je indikátor RP (v jednotkách €/kg), který vyjadřuje podíl mezi HDP a DMC.

$$\text{Produktivita zdrojů} = \frac{\text{Hrubý domácí produkt}}{\text{Domácí spotřeba materiálu}} \quad (3.1)$$

DMC (v jednotkách tis. tun) měří celkové množství materiálů přímo používaných ekonomikou. Vypočítá se jako roční množství surovin vyvezených z domácího území, plus všechny fyzické dovozy, mínus veškerý fyzický vývoz. Spotřeba materiálu v domácnostech je založena na účtech materiálových toků (EW-MFA) pro celou ekonomiku. Teorie ekonomicko-materiálových toků zahrnuje celkové materiálové vstupy do národních ekonomik, změny materiálových zásob v ekonomice a materiální výstupy do jiných ekonomik nebo do ŽP (Eurostat, 2018). EW-MFA zahrnuje tyto materiálové kategorie: biomasy, kovy, nekovy, fosilní paliva a odpad (Drastichová, 2018). Vývoj RP v CLV v EU zobrazuje graf č. 3.1.

Graf č. 3.1 Produktivita zdrojů (€/kg) v Evropské unii, 2000-2017

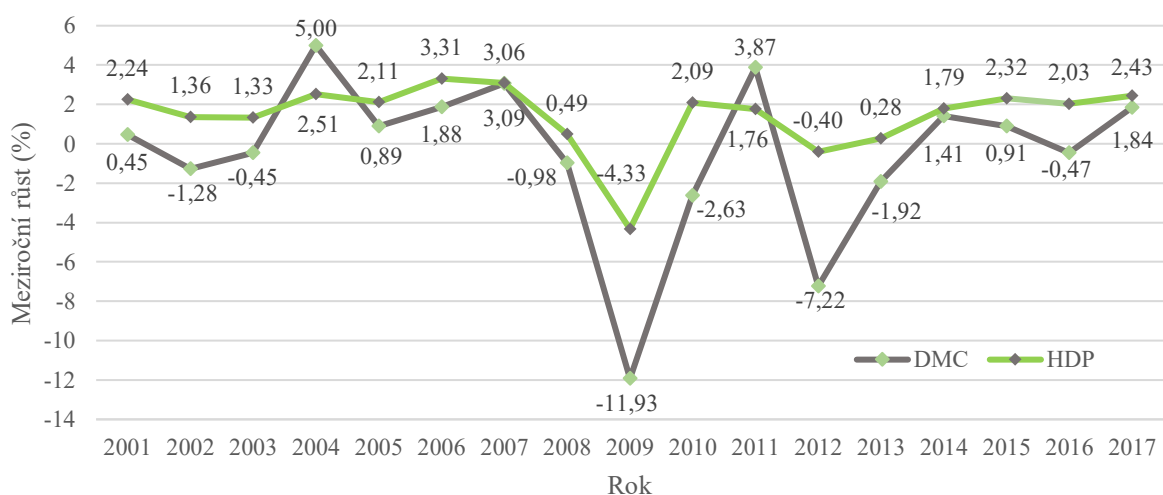


Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Úroveň RP jako podíl HDP a DMC v EU v období 2000-2017 vzrostla. Z toho vyplývá, že se EU v daném období stala produktivnější z hlediska využití domácích materiálů. K tomuto dlouhodobému zvýšení efektivity dochází, protože HDP roste rychleji než DMC. V roce 2000 byla hodnota RP rovna 1,47 €/kg a do roku 2017 vzrostla na 2,04 €/kg, (nárůst o 38,20 % oproti roku 2000). V celém monitorovacím období 2000-2017 rostla RP v EU v průměru o 1,9 % ročně. V období 2012-2017 se růst RP proti předcházejícím rokům mírně zpomalil, přičemž průměrný růst činil 1,4 % ročně. K mírnému poklesu produktivity došlo v roce 2004 a 2007. Důvodem nebyl pokles HDP ani DMC, ale pouze mírné zpomalení jejich růstu v důsledku zhoršené ekonomické situace na trzích EU – v roce 2004 přistoupilo k EU 10 nových členských států. Období mezi roky 2008-2013 bylo charakterizováno výrazným snížením DMC. Pokles ekonomiky způsobený hospodářskou krizí vedl k růstu RP. Není to tedy výsledek strukturálních změn, ale ekonomických problémů.

Pomocí indikátoru RP nelze zjistit skutečnou míru decouplingu. Je potřeba vypočítat procentní změnu jednotlivých indikátorů HDP a DMC v čase, a v rámci srovnání procentních změn těchto veličin určit míru decouplingu.

Graf č. 3.2 Meziroční změny domácí spotřeby materiálu a hrubého domácího produktu (%) v Evropské unii, 2000-2017

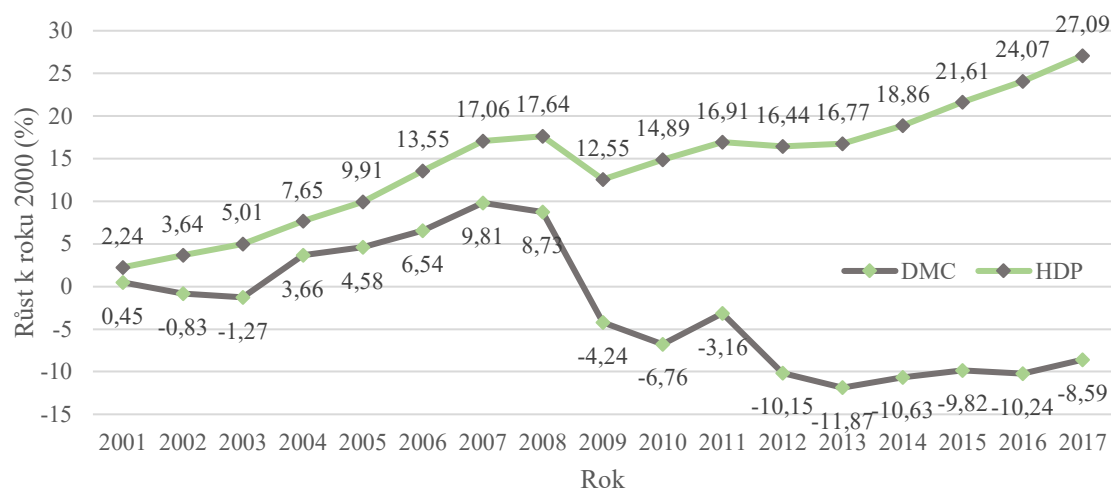


Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Graf č. 3.2 znázorňuje meziroční procentní změny indikátorů DMC a HDP. V roce 2009 a 2012 HDP meziročně klesl, a to z důvodu nepříznivých ekonomických podmínek, které jsou důsledkem hospodářské krize. Z dlouhodobého hlediska je žádoucí pozorovat vývoj jednotlivých indikátorů k výchozímu roku, aby bylo možno zjistit, zda skutečně dochází

k decouplingu, či nikoliv. Graf č. 3.3 zobrazuje procentní změny HDP a DMC k výchozímu roku 2000.

Graf č. 3.3 Procentní změny domácí spotřeby materiálu a hrubého domácího produktu (%) k výchozímu roku 2000 v Evropské unii, 2000-2017

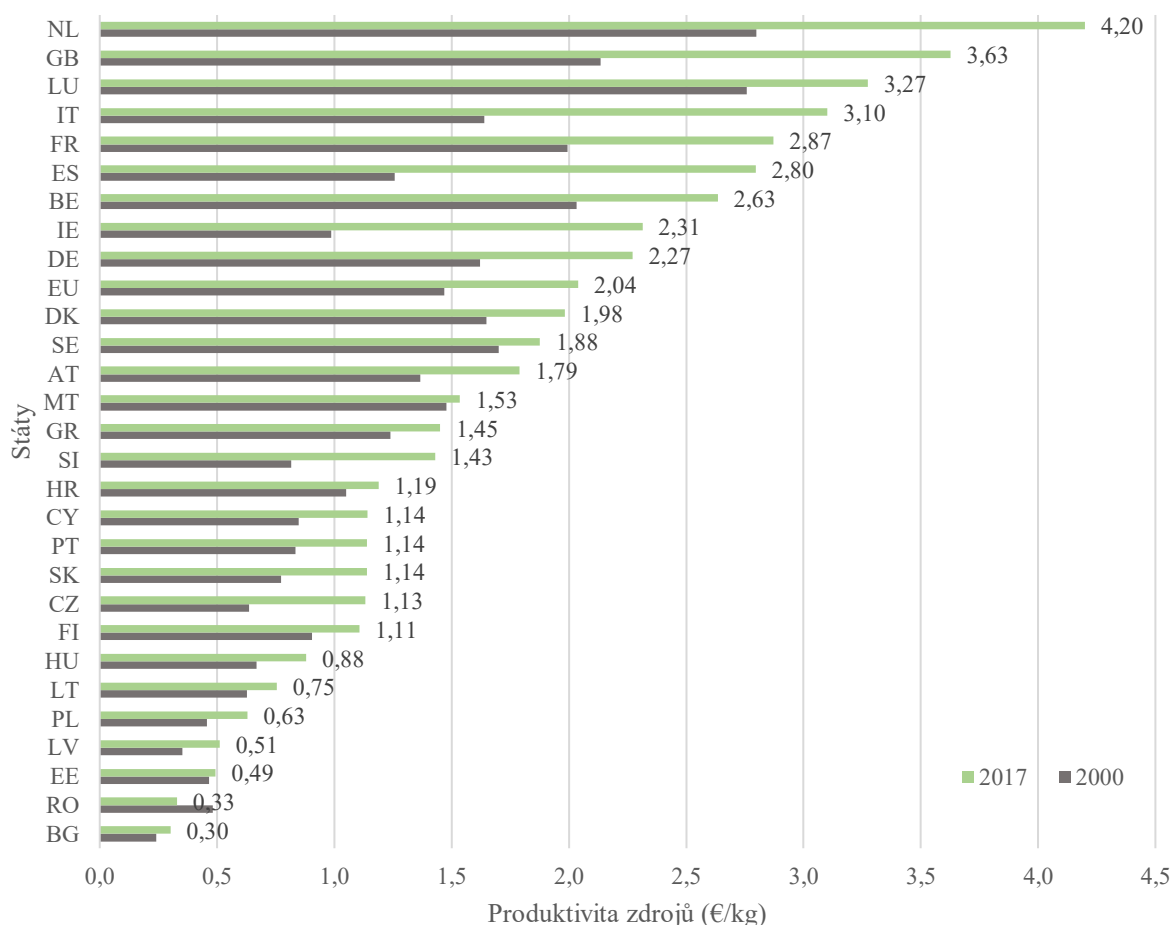


Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Graf č. 3.3 zobrazuje procentní změny HDP a DMC v jednotlivých letech monitorovacího období k výchozímu roku 2000. Od roku 2009 DMC klesala. V dlouhodobém monitorovacím období 2000-2017 DMC klesla o 8,59 % a HDP vzrostl o 27,09 %. Dochází tedy k decouplingu DMC od HDP. Největší pokles DMC ve srovnání s výchozím rokem byl zaznamenán po vypuknutí krize v roce 2009.

Na úrovni členských států se hodnoty RP lišily. Diverzity jsou způsobeny např. strukturou sektorů, hospodářskou strukturou, technologickým pokrokem, existencí přírodních zdrojů, mírou outsourcingu výroby či přístupem států k recyklaci a opětovnému využití zdrojů (Peltrám, 2017).

Graf č. 3.4 Produktivita zdrojů (€/kg) ve státech Evropské unie, 2000 a 2017



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

V grafu č. 3.4 je zobrazené srovnání RP ve všech členských státech EU v roce 2000 a 2017. V komparaci s rokem 2000 dosáhly v roce 2017 vyšší hodnoty RP téměř všechny státy, vyjma Rumunska. Žádného výrazného růstu RP nedosáhly: Malta, Estonsko a Belgie. V Rumunsku klesla hodnota o 31,5 %. Členské státy s nejvyšším nárůstem RP byly ty, kde se DMC za dané období nejvíce snížila. Významný nárůst RP byl pozorován v Irsku (134,30 %), ve Španělsku (122,30 %), v Itálii (89,1 %) a Slovinsku (75,20 %). Bylo zjištěno, že členské státy EU s relativně vysokým HDP/obyv. dosahují takové úrovně RP, která je vyšší, než průměr EU (2,04 €/kg).³ V roce 2017 mělo RP vyšší než je průměr EU 9 států. Pravděpodobně je to způsobeno vysokou přidanou hodnotou v oblastech méně náročných na zdroje (finanční, technologická, inovační). Nižší úrovně RP dosáhly státy s hospodářstvím náročným na zdroje, jako např. odvětví těžby primárních zdrojů (těžba, zemědělství), primárního zpracování (kovovýroba, chemický průmysl) a stavebnictví (Eurostat, 2015).

³ Tyto informace lze ověřit v příloze č. 3.

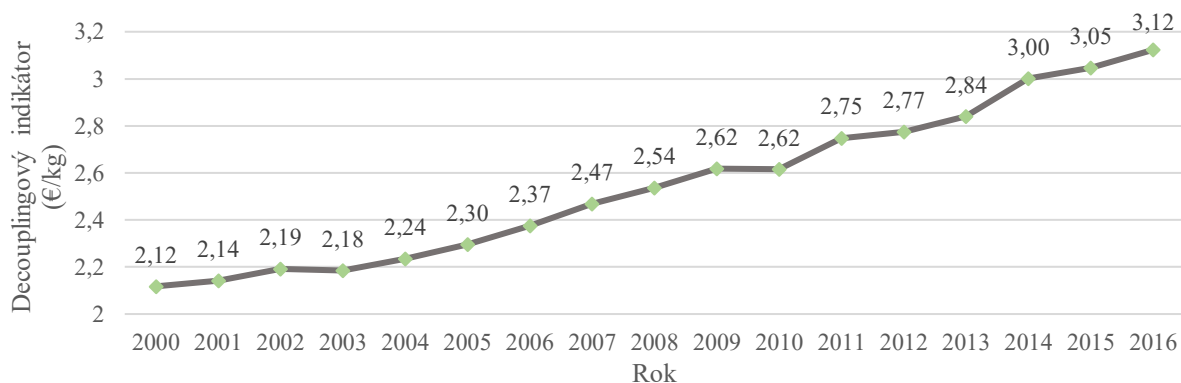
3.2 Decouplingový indikátor emisí skleníkových plynů

Emise skleníkových plynů v EU jsou měřeny v rámci sady indikátorů SDGs pro EU, které jsou definovány v podkapitole č. 2.3.5. SDGs zobrazují pouze emise GHG nikoliv decouplingový indikátor. Z hlediska efektivnosti není správné srovnávat státy dle jejich absolutních hodnot emisí GHG. Daleko větší vypovídající hodnotu má tento ukazatel v poměru s HDP. Je tedy nezbytné vypočítat decouplingový indikátor, a to rozdílem mezi HDP a emisemi GHG.

$$\text{Decouplingový indikátor emisí skleníkových plynů} = \frac{\text{Hrubý domácí produkt}}{\text{Emise skleníkových plynů}}. \quad (3.2)$$

Ukazatel emisí GHG měří všechny emise, které jsou stanovené v Kjótském protokolu, také nazývané jako Kjótský koš skleníkových plynů. Emise GHG stanovené v Kjótském protokolu jsou popsány v kapitole 2.1. Skleníkové plyny jsou integrovány do jediného ukazatele vyjádřeného v jednotkách ekvivalentů CO₂. Údaje o emisích jsou každoročně předkládány členskými státy EU, jako součást hlášení podle UNFCCC (Eurostat, 2018).

Graf č. 3.5 Decouplingový indikátor emisí skleníkových plynů (€/kg) v Evropské unii, 2000-2016

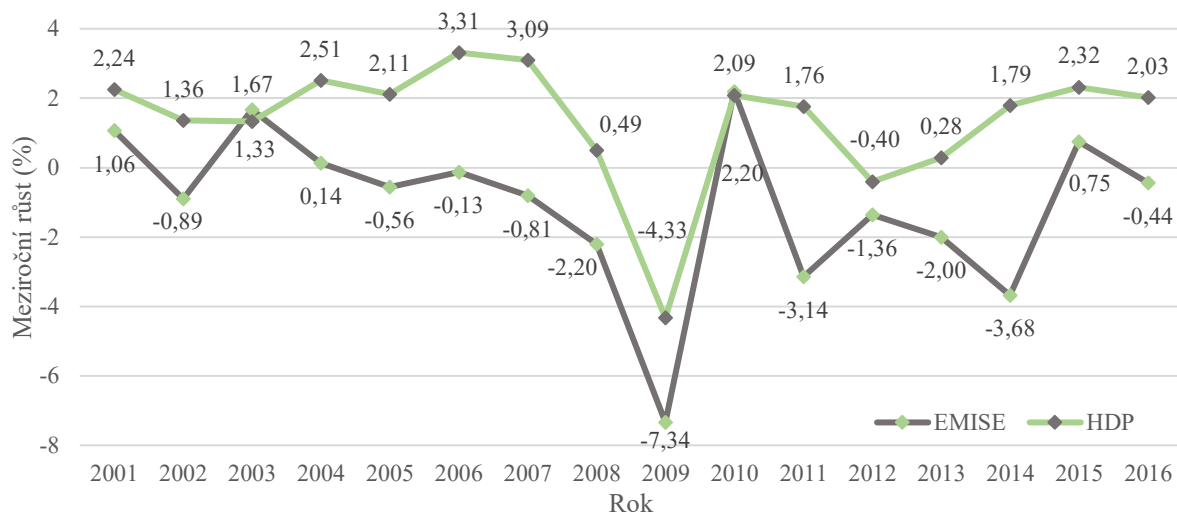


Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Graf č. 3.5 zobrazuje vývoj decouplingového indikátoru emisí GHG od roku 2000 do 2016. Emise GHG v poměru s HDP v CLV, stejně jako RP, v čase rostou. V roce 2000 byla hodnota indikátoru ve výši 2,12 €/kg a do roku 2016 vzrostla na 3,12 €/kg (o 47,2 % oproti roku 2000). EU si v roce 1990 stanovila za cíl dosáhnout absolutního oddělení emisí skleníkových plynů od hrubé domácí spotřeby energie. Hnacím motorem byl v 90. letech přechod z uhlí na zemní plyn v energetickém odvětví. Silný růst výroby energie z obnovitelných zdrojů přispěl ke snížení intenzity emisí v letech 2000-2017. Stálý růst byl možný díky účinným

režimům podpory, snižujícím se nákladům a nižší spotřebě energie, která statisticky zvyšuje podíl obnovitelných zdrojů energie (Eurostat, 2018).

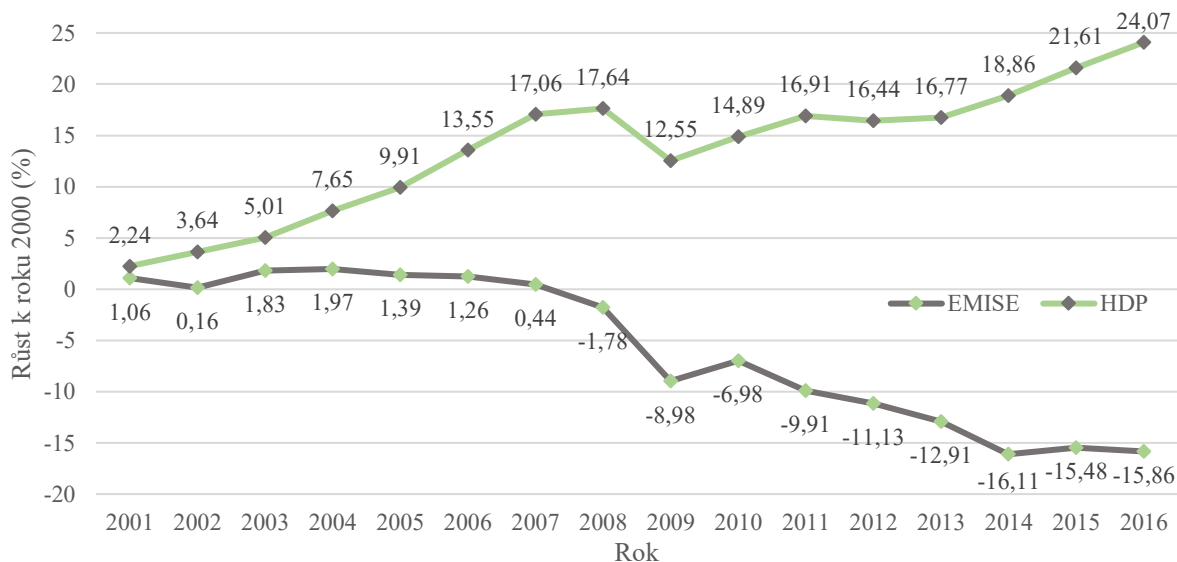
Graf č. 3.6 Meziroční změny emisí skleníkových plynů a hrubého domácího produktu (%) v Evropské unii, 2000-2016



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Graf č. 3.6 uvádí v procentech meziroční změny HDP a emisí GHG v rámci EU. Vyjma roků 2003, 2009, 2010 a 2012, v EU dochází k decouplingu emisí GHG. V roce 2003 a 2010 rostly emise GHG rychleji než HDP. V roce 2009 a 2012 HDP klesl. Tento pokles byl způsoben nepříznivou ekonomickou situací. Dlouhodobě zachycuje vztah emisí GHG a HDP graf č. 3.7.

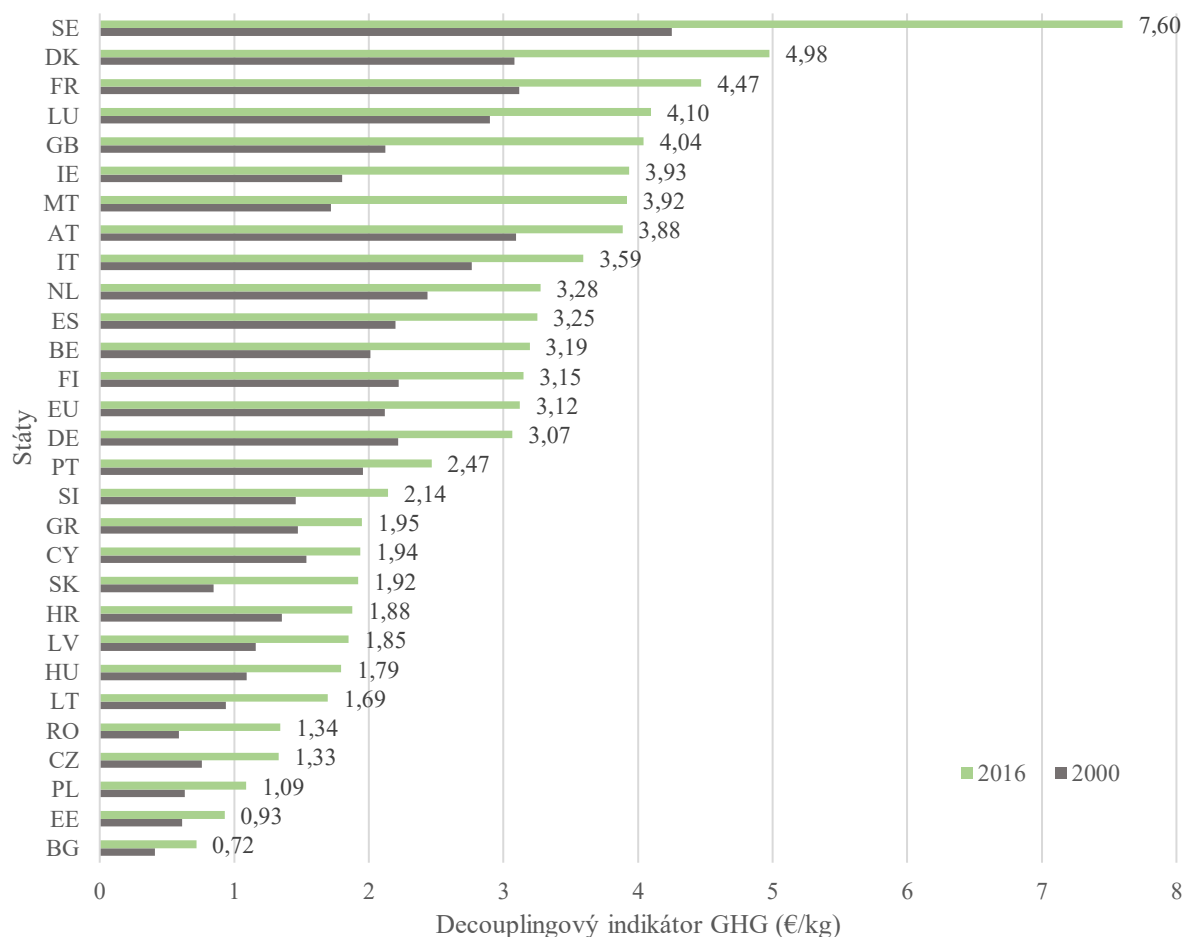
Graf č. 3.7 Změna emisí skleníkových plynů a hrubého domácího produktu (%) výchozímu roku 2000 v Evropské unii, 2000-2016



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Graf č. 3.7 zobrazuje procentní změny HDP a emisí GHG v jednotlivých letech monitorovacího období k výchozímu roku 2000. Od roku 2000 vzrostl HDP do roku 2016 o 24,75 % a emise GHG klesly o 15,86 %. Dochází tedy k oddělení HDP od emisí GHG. V období 2008-2016 dochází k absolutnímu decouplingu. Relativního decouplingu bylo dosahováno v letech 2001-2007. Emise GHG, jako samostatný indikátor, klesají v EU i ve většině členských státech EU. I přes dlouhodobý pokles emisí GHG ukazují projekce, že k dosažení cíle EU do roku 2030 (snížení emisí skleníkových plynů o 40 % oproti roku 1990) bude zapotřebí mnohem výraznějších ročních snížení emisí. Dlouhodobým cílem je snížit emise skleníkových plynů do roku 2050 o 80-95 % oproti roku 1990 (Eurostat, 2018). Množství vyprodukovaných emisí v jednotlivých státech je značně odlišné. Vyspělé země produkují mnohem více emisí než země rozvojové. Následující graf č. 3.8 ukazuje rozdíl hodnoty decouplingového indikátoru emisí GHG v roce 2000 a 2016, a zároveň vypovídá o efektivnosti emisí GHG ve vztahu k HDP v členských zemích EU.

Graf č. 3.8 Decouplingový indikátor emisí skleníkových plynů (€/kg) ve státech Evropské unie, 2000 a 2016



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Podíl emisí GHG a HDP ve všech státech EU od roku 2000 vzrostl. Velmi významný nárůst oproti roku 2000 byl v roce 2016 zaznamenán v Rumunsku (128, 4 %), Maltě (127, 9 %) a na Slovensku (127, 5 %). V EU došlo k růstu decouplingového indikátoru emisí GHG o 47,5 %.⁴ Ekonomická restrukturalizace ve méně rozvinutých zemích a přechod od uhlí k zemnímu plynu v 90. letech způsobily snižování emisí. K pokroku došlo převážně díky zvýšené energetické účinnosti a rozšíření obnovitelných zdrojů energie (Eurostat, 2018).

3.3 Lineární regresní analýza domácí spotřeby materiálu

Cílem modelu je zjistit, jak velký vliv mají proměnné HDP a POP na DMC a vyšetřit vztah DMC jako vysvětlované proměnné na HDP a POP. Vztah je ověřován na ročních časových řadách za období 2000–2017.

3.3.1 Ekonomická, matematická a ekonometrická formulace modelu

Předmětem ekonomické formulace modelu je vztah mezi DMC, HDP (v CLV) a POP. Hypotéza modelu je následující: „Bude-li HDP růst, DMC se bude snižovat a zároveň se s růstem POP zvýší efektivnost DMC“.

$$DMC = f(HDP, POP).^5 \quad (3.3)$$

Pro vytvoření modelu je nezbytné analyzovat vztah jednotlivých proměnných HDP a POP na DMC. DMC je v modelu uvedena jako vysvětlovaná proměnná a HDP s POP jako vysvětlující proměnné, protože DMC je závislá na vývoji HDP a POP.

$$DMC = f(HDP), \quad (3.4)$$

$$DMC = f(POP). \quad (3.5)$$

Výsledkem této fáze je ekonomický model, který je podstatným, ale adekvátním zjednodušením zkoumaného problému. V rámci matematického modelu je sledována korelace mezi vysvětlovanou proměnnou DMC a vysvětlujícími HDP a POP. Z časových řad jednotlivých indikátorů⁶ je zřejmé, že s růstem HDP i POP, klesá DMC.

Ekonomický model je:

$$DMC_t = \beta_1 + \beta_2 \cdot HDP_t + \beta_3 \cdot POP_t, \quad (3.6)$$

⁴ Více informací v příloze č. 4.

⁵ Jednotky veličin: DMC – tis. tun; HDP – mil. euro; POP – počet osob.

⁶ Časové řady modelu jsou v příloze č. 5.

kde:

DMC_t je vysvětlovaná proměnná v čase t ,

HDP_t , POP_t je vysvětlující proměnné v čase t ,

β_1 je regresní parametr úroňové konstanty,

β_2 je regresní parametr sklonu, změna DMC v důsledku zvýšení HDP o 1 jednotku (mil. euro), při nezměněné proměnné POP,

β_3 je regresní parametr sklonu, změna DMC v případě zvýšení populace o 1 jednotku (osobu).

Ekonometrický model je vytvořen z modelu matematického. K matematickému modelu je přidána náhodná složka u_t , která z modelu dělá stochastický regresivní model. Náhodná (reziduální) složka v sobě zahrnuje souhrn vlivů, které nejsou v modelu explicitně uvedeny (chyby v měření veličin, nekorektní volba regresního modelu a některé jevy s dopadem na ekonomiku a ŽP), a které pro jejich výrazně náhodný charakter nelze explicitně zahrnout do modelu (Cipra, 2013).

Ekonometrický model je:

$$DMC_t = \beta_1 + \beta_2 \cdot HDP_t + \beta_3 \cdot POP_t + u_t, \quad (3.7)$$

kde:

u_t je náhodná složka v čase t .

Matematický model a ekonometrický model transformuje ekonomický model do analytické formy funkčního předpisu (rovnice) a stanovuje předpokládané omezení paramentů modelu.

3.3.2 Analýza vstupních časových řad modelu

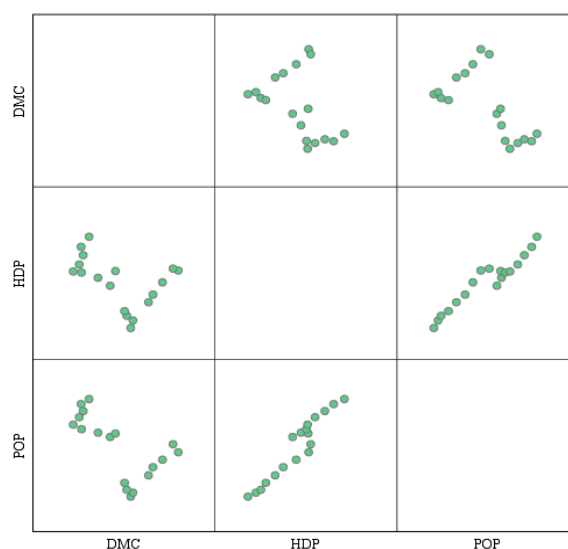
Pomocí analýzy časových řad se zkoumá dynamika ekonomických jevů, příčiny a projevy změn v časových řadách nebo jejich extrapolace. V modelu jsou zahrnuté roční časová data, proto není potřeba je sezóně očišťovat. V časových řadách nejsou chybějící, odlehlé ani extrémní hodnoty, ale je nutné transformovat stacionární řady na nestacionární. Tabulka č. 3.1 znázorňuje deskriptivní statistiku vstupních časových řad.

Tab. č. 3.1 Deskriptivní statistika

	DMC	HDP	POP
Počet (N)	18	18	18
Minimální hodnota	6 703 166,7	11 177 185,0	487 259 080,0
Maximální hodnota	8 352 168,2	14 205 037,9	511 522 671,0
Střední hodnota	7 421 152,3	12 704 111,2	499 562 734,1
Směrodatná odchylka	538 255,4	848 438,2	7 793 807,2
Šikmost	0,282	-0,239	-0,176
Špičatost	-1,177	-0,616	-1,199

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Tabulka č. 3.1 popisuje základní vlastnosti časových řad. Každá časová řada má 18 pozorování. Přestože je časová řada DMC dlouhodobě klesající, její nejnižší hodnota DMC byla naměřena v roce 2013. Nejvyšší hodnoty dosáhla v roce 2007. Časové řady HDP i POP jsou rostoucí. Jejich nejnižší hodnota byla na začátku časové řady, tedy v roce 2000, a nejvyšší hodnota na konci řady v roce 2017. U DMC je pozorována šikmost⁷ (S) pozitivní, u HDP a POP je S negativní. Špičatost⁸ (K) je ve všech časových řadách záporná, proto mají časové řady modelu nízkou špičku⁹.

Graf č. 3.9 Funkční vztah korelace časových řad

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

⁷ Šikmost znamená asymetričnost rozložení kolem střední hodnoty. Pokud $S > 0$, je šikmost je pozitivní (graf zkosený vpravo) a pokud $S < 0$, je šikmost negativní (graf zkosený vlevo) (Cipra, 2013).

⁸ Špičatost (K) je relativní strmost (plochost) průběhu rozdělení kolem střední hodnoty. Pokud je $K > 0$, graf má vysokou špičku, když je $K < 0$, má graf špičku nízkou (Cipra, 2013).

⁹ Grafy šikmosti a špičatosti DMC, DHP a POP jsou v příloze č. 5.

Graf č. 3. 9 popisuje funkční vztahy mezi proměnnými. Mezi DMC a HDP je vztah negativní, stejně jako u DMC a POP. Mezi HDP a POP je pozorován vztah pozitivní. Vztahy tedy odpovídají výše uvedené hypotéze. Tento vztah je podrobněji analyzován v tab. č. 3.2 zobrazující párovou korelaci, která vyobrazuje vztahy mezi jednotlivými proměnnými.

Tab. č. 3.2 Korelační koeficienty řasových řad modelu

		DMC	HDP	POP
DMC	Párová korelace	1	-0,429	-0,637
	Významnost		0,075	0,004
	N	18	18	18
HDP	Párová korelace	-0,429	1	0,959
	Významnost	0,075		0,000
	N	18	18	18
POP	Párová korelace	-0,637	0,959	1
	Významnost	0,004	0,000	
	N	18	18	18

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Hodnota párové korelace by měla být, mezi vysvětlovanou proměnnou (DMC) a vysvětlujícími proměnnými, co nejbližší jedné (nebo -1). Hodnota mezi vysvětlujícími proměnnými by se měla přibližovat k 0 a neměla by přesahovat hodnotu 0,8. V modelu způsobuje příliš silná korelace multikolinearitu. Z hodnot korelace zobrazených v tabulce č. 3.2 vyplývá, že hodnoty párové korelace nejsou pro tyto vstupní časové řady příliš vhodné, protože hodnota korelace mezi HDP a POP je příliš vysoká. Přestože je koeficient determinace¹⁰ (R^2) roven hodnotě 0,823, je nutné časové řady upravit tak, aby vzrostla korelace mezi vysvětlovanou a vysvětlujícími proměnnými, a zároveň klesla korelace mezi vysvětlujícími proměnnými.

Pro odstranění stacionarity a zlepšení korelačních vztahů mezi časovými řadami, je nezbytné jednotlivé časové řady převést na model lineární v parametrech, a to převodem na logaritmy (ln), difference nebo růsty (lag). Z těchto nových časových řad je vybrán model,

¹⁰ Koeficient determinace je výběrovou verzí čtverce korelačního koeficientu. Musí být $0 \leq R^2 \leq 1$. Jestliže je tato korelace vysoká (blízko 1), pak model daným datům padne dobře. Jestliže je korelace nízká, model se pro daná data příliš nehodí.

který lépe splňuje předpokládané parametry. Z uvedených možností byla pro tento model vybrána varianta:

$$\ln DMC_t = \beta_1 + \beta_2 \cdot \ln HDP_t + \beta_3 \cdot \ln POP_t + u_t. \quad (3.8)$$

Tab. č. 3.3 Základní parametry původního a korigovaného modelu

	Původní model			Korigovaný model		
Shrnutí modelu						
R	0,907			0,572		
R ²	0,823			0,327		
DW	0,573			1,077		
Anova						
ESS	4,051 · 10 ¹²			0,029		
RSS	8,740 · 10 ¹¹			0,060		
F	34,765			3,642		
Koeficienty						
	Nestandardizované B	Standardní chyba	Významnost	Nestandardizované B	Standardní chyba	Významnost
β ₁	86646014,600	10351995,580	0,000	24,694	3,766	0,000
β ₂	1,450	0,244	0,000	-0,547	0,231	0,032
β ₃	-0,195	0,027	0,000	4,519 · 10 ⁻⁸	0,000	0,105

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování.

Tabulka č. 3.3 zobrazuje základní parametry původního i korigovaného modelu. R² nového modelu se snížilo na hodnotu 0,327 a míra významnosti parametrů β mírně vzrostla. U ln DMC (β₁) zůstala významnost 0, u ln HDP vzrostla z 0 na 0,032 (β₂) a u lag POP (β₃) vzrostla z 0 na 0,105. Vzhledem k vyšší významnosti konstant bude model testován na hladině významnosti 15 %. V novém modelu došlo ke změně jednotek u DMC a HDP na procenta.

3.3.3 Statistická verifikace korigovaného modelu

Jakmile je model lineární regrese odhadnutý, je nutné posoudit, zda je skutečně kompatibilní s použitými daty. To lze provést pomocí statistické verifikace, která testuje kritický obor t-statistiky (t-testu) a statistickou významnost jednotlivých regresních parametrů β. Pomocí F-testu je testována významnost modelu jako celku. Testování je provedeno na 15 % hladině významnosti a k výpočtům kritických hodnot je použit tabulkový software Excel.

T-test pro β_2 (ln HDP)

Formulace hypotéz:

$H_0 : \beta_2 = 0$ (koeficient je statisticky nevýznamný),¹¹

$H_1 : \beta_2 \neq 0$ (koeficient je statisticky významný).¹²

Hypotéza H_1 bude potvrzena za předpokladu, že $t_{vyp} > t_{krit}$. Jestliže nulová hodnota β_2 bude vně intervalu, zamítá se hypotéza H_0 a odhadnutý parametr $\hat{\beta}_2$ je statisticky významný s 85 % pravděpodobností.

Výpočet t_{vyp} je:

$$t_{vyp} = \frac{\hat{\beta}_2}{\sigma_{\hat{\beta}_2}} = \frac{-0,55}{0,23} = |-2,37|, \quad (3.9)$$

kde:

$\hat{\beta}_2$ je úroňová konstanta,

$\sigma_{\hat{\beta}_2}$ je rozptyl úroňové konstanty.

Výpočet t_{krit} je:

$$t_{krit} = TINV(\alpha; n - k) = TINV(0,15; 15) = 1,52, \quad (3.10)$$

kde:

n je počet pozorování,

k je počet parametrů v modelu,

α je hladina významnosti.

Protože $t_{vyp}(2,37) > t_{krit}(1,52)$, zamítá se hypotéza H_0 . Parciální parametr β_2 je statisticky významný na 15 % hladině významnosti.

¹¹ Nulová hypotéza H_0 – její podstatou je tvrzení, které má být testováno.

¹² Alternativní hypotéza H_1 – zahrnuje zbývající tvrzení zájmu.

T-test pro β_3 (lag POP)

Formulace hypotéz:

$H_0: \beta_3 = 0$; koeficient je statisticky nevýznamný,

$H_1: \beta_3 \neq 0$; koeficient je statisticky významný.

Hypotéza H_1 bude potvrzena za předpokladu, že $t_{vyp} > t_{krit}$. Jestliže nulová hodnota β_2 bude vně intervalu, zamítá se hypotéza H_0 a odhadnutý parametr $\hat{\beta}_2$ je statisticky významný s 85 % pravděpodobností.

Výpočet t_{vyp} a t_{krit} je:

$$t_{vyp} = \frac{\hat{\beta}_3}{\sigma_{\hat{\beta}_3}} = 1,73, \quad (3.11)$$

$$t_{krit} = TINV(\alpha; n - k) = TINV(0,15; 15) = 1,52. \quad (3.12)$$

Protože $t_{vyp}(1,73) > t_{krit}(1,52)$, zamítá se hypotéza H_0 . Parciální parametr β_3 je statisticky významný na hladině významnosti 15 %.

F-test

Formulace hypotéz:

$H_0: \beta_2 = \beta_3 = 0$; model není statisticky významný jako celek,

$H_1: \beta_2 \neq 0 \vee \beta_3 \neq 0$; model je statisticky významný jako celek.

Hypotéza H_1 bude potvrzena za předpokladu, že $F_{vyp} > F_{krit}$. Alespoň jeden koeficient musí být simultánně nenulový, aby byl výběrový regresní model statisticky významný s 85 % pravděpodobností.

Výpočet F_{vyp} je:

$$F_{vyp} = \frac{\frac{ESS}{\frac{k-1}{RSS}}}{\frac{2}{\frac{0,060}{15}}} = 3,625, \quad (3.13)$$

kde:

ESS je vysvětlený součet čtverců,

RSS je reziduální součet čtverců.

Výpočet F_{krit} je:

$$F_{krit} = FINV(\alpha; k - 1; n - k) = TINV(0,15; 2; 15) = 3,525. \quad (3.14)$$

$F_{vyp}(3,625) > F_{krit}(3,325)$ a z tohoto důvodu se zamítá hypotéza H_0 na hladině významnosti 15 %. Předpokládá se, že model je jako celek statisticky významný.

3.3.4 Ekonometrická verifikace korigovaného modelu

Ekonomická verifikace ověřuje předpoklady lineárního regresního modelu, které jsou popsány v podkapitole 2.4.2.

Autokorelovanost reziduí

Protože jsou data ve formě časové řady, nikoliv data průřezová (v jednom časovém okamžiku), netestuje se autokorelace v prostoru, ale pouze v čase. Časová autokorelace reziduální složky je sériová závislost časové řady reziduí a časové řady zpožděných reziduí (Cipra, 2013). V tomto modelu bude autokorelace zjištěna pomocí sofistikovaného Durbin-Watsonova (DW) testu autokorelovanosti reziduí.

Formulace hypotéz:

$H_0: \rho = 0$; autokorelace 1. řádu není významná,

$H_1: \rho \neq 0$; autokorelace 1. řádu je významná.

Hypotéza H_1 bude přijata za předpokladu, že $d_{vyp} < d_L$. V tomto případě by rezidua neměla zcela náhodný charakter a v modelu by se vyskytovala autokorelace.

Výpočet d_{vyp} a d_L je:

$$d_{vyp} = DW = 1,077, \quad (3.15)$$

$$d_L = 1,046 \text{ (ze statistických tabulek)}. \quad (3.16)$$

Jelikož $d_{vyp}(1,077) > d_L(1,046)$, přijímá se hypotéza H_0 . Statistická autokorelace 1. řádu není významná.

Heteroskedasticita

Heteroskedasticita je porušení předpokladu konstantního a konečného rozptylu náhodné složky při použití MNČ (Cipra, 2013). Heteroskedasticita je v tomto modelu zjištěna pomocí

sofistikovaného Whiteova obecného testu. Tento parametrický test vychází z pomocné regrese (nestandardizovaného rezidua). Model pro u_t je následující:

$$\hat{u}_t^2 = \lambda_1 + \lambda_2 \cdot (\ln HDP)^2 + \lambda_3 \cdot (\ln POP)^2 + \lambda_4 \cdot \ln HDP \cdot \ln POP + \epsilon_t. \quad (3.17)$$

Formulace hypotéz:

$H_0: \lambda_2 = \lambda_3 = 0$; homoskedasticita,

$H_1: \lambda_2 \neq 0 \vee \lambda_3 \neq 0 \vee \lambda_4 \neq 0$; heteroskedasticita.

Hypotéza H_1 bude přijata za předpokladu, že $\chi_{vyp}^2 > \chi_{krit}^2$. V tomto případě by rozptyl reziduí závisel alespoň na jedné vysvětlující proměnné v novém modelu – existovala by heteroskedasticita.

Výpočet χ_{vyp}^2 je:

$$\chi_{vyp}^2 = n \cdot R_N^2 = 18 \cdot 0,261 = 4,698, \quad (3.18)$$

kde:

R_N^2 je nový koeficient determinace.

Výpočet χ_{krit}^2 je:

$$\chi_{krit}^2(df) = CHIINV(\alpha; k - 1) = CHIINV(0,15; 3) = 5,317. \quad (3.19)$$

Protože je $\chi_{vyp}^2(4,698) < \chi_{krit}^2(5,317)$, přijímá se hypotéza H_0 na 15 % hladině významnosti. V modelu neexistuje heteroskedasticita, ale homoskedasticita. Rozptyl náhodné složky je konstantní.

Multikolinearita

Multikolinearita znamená, že mezi vysvětlujícími proměnnými existuje téměř dokonalý a statisticky významný vztah, dochází k porušení předpokladu nekorelovanosti regresorů s reziduální složkou ve stejném čase. Ze statistického hlediska není multikolinearita nic jiného než vysoká vzájemná korelovanost regresorů (Cipra, 2013). Multikolinearita je zjišťována pomocí F-testu s F-statistikou.

Formulace hypotéz:

H_0 : v modelu není významná multikolinearita,

H_1 : v modelu je významná multikolinearita.

Hypotéza H_1 bude přijata za předpokladu, že $F_{vyp} > F_{krit}$. Přijetím hypotézy by se potvrdila statisticky významná závislosti mezi HDP a POP.

Výpočet F_{vyp} je:

$$F_{vyp} = \frac{\frac{r_{x_i x_j}^2}{k-1}}{\frac{1-r_{x_i x_j}^2}{n-k}} = \frac{\frac{0,194}{2}}{\frac{1-0,194}{15}} = 1,805. \quad (3.20)$$

kde:

$r_{x_i x_j}^2$ je párový korelační koeficient.

Výpočet F_{krit} je:

$$F_{krit} = FINV(\alpha; k - 1; n - k) = FINV(0,15; 2; 15) = 2,159. \quad (3.21)$$

$F_{vyp}(1,805) < F_{krit}(2,159)$, proto se přijímá hypotéza H_0 na hladině významnosti 15 %. Multikolinearita je nevýznamná. Tento fakt potvrdil i výpočet míry korelovatelnosti, kde Variance Inflation Factor (VIF) vyjadřující nárůst variability regresních koeficientu vlivem multikolinearity, vyšel 1,286. Kdyby byl VIF vyšší než 10, znamenalo by to, že je v modelu velmi silná multikolinearita.

Specifikace modelu

Klíčovým předpokladem úspěšného modelování je korektní specifikace modelu. V rámci specifikace modelu jsou vynechány podstatné vysvětlující proměnné a zahrnuty nepodstatné vysvětlující proměnné. Specifikace zjišťuje možnost jiné závislosti než lineární a je testována pomocí Ramsey RESET testu, který sleduje vývoj standardizovaných reziduí (Cimra, 2013).

Formulace hypotéz:

H_0 : původní lineární regresní model je správně specifikován,

H_1 : původní lineární regresní model není správně specifikován.

Hypotéza H_1 bude přijata za předpokladu, že $F_{vyp} > F_{krit}$. Jestliže je F_{vyp} významné na 15 % hladině významnosti, může být přijata hypotéza, že je lineární regresní model chybně specifikován. Pokud vyjde F_{vyp} záporné, musí být testování specifikace modelu provedeno jiným testem.

Výpočet F_{vyp} je:

$$F_{vyp} = \frac{\frac{R_N^2 - R_0^2}{df_1}}{\frac{1 - R_N^2}{df_2}} = \frac{\frac{0,327 - 0,377}{1}}{\frac{1 - 0,540}{18 - 4}} = 0, \quad (3.22)$$

kde:

R_0^2 je původní koeficient determinace,

df_1 je počet nově skutečně zařazených vysvětlujících proměnných,

df_2 je počet parametrů v novém modelu včetně úrovně konstanty.

Výpočet F_{krit} je:

$$F_{krit} = FINV(\alpha; df_1; n - k) = FINV(0,15; 1; 14) = 2,330. \quad (3.23)$$

Neboť $F_{vyp}(0) < F_{krit}(2,330)$, přijímá se hypotéza H_0 na hladině významnosti 15 %. Model je správně specifikován.

Normalita reziduální složky

Normalitou reziduální složky se testuje, zda výběrové rozdělení náhodné složky pochází z normálního rozdělení. Pro zjištění normality reziduální složky jsou potřeba standardizovaná i nestandardizovaná rezidua. V praxi se pro tento účel využívají různé statistické testy normality. Jedním z často užívaných testů je Jarque-Bera test, kterým bude testován i tento model. Jarque-Bera testuje hypotézu, že současně napozorovaná a teoretická špičatost a šikmost jsou statisticky stejné.

Formulace hypotéz:

H_0 : výběrové rozdělení náhodné složky pochází z normálního rozdělení.

H_1 : výběrové rozdělení náhodné složky nepochází z normálního rozdělení.

Hypotéza H_0 bude přijata za předpokladu, že $\chi_{vyp}^2 < \chi^2$. V tomto případě budou mít rezidua normální rozdělení. Rozdíly mezi očekávanými a napozorovanými statistikami špičatosti a šikmosti normálního rozdělení reziduí, jsou statisticky významné.

Výpočet χ_{vyp}^2 je:

$$\chi_{vyp}^2 = n \cdot \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(k-3)^2}{24} \right] = 18 \cdot \left[\frac{(0,719)^2}{6} + \frac{(-0,462-3)^2}{24} \right] = 1,391, \quad (3.24)$$

kde:

S^2 je míra šikmosti.

Výpočet χ_{krit}^2 je:

$$\chi_{krit}^2 = \text{CHIINV}(\alpha; 2) = \text{CHIINV}(0,15; 2) = 3,794. \quad (3.25)$$

$\chi_{vyp}^2(1,391) < \chi_{krit}^2(3,794)$, proto se přijímá hypotéza H_0 na hladině významnosti 15 %. Výběrové rozdělení náhodné složky pochází z normálního rozdělení.

3.3.5 Ekonomická verifikace korigovaného modelu

Funkční forma nejlepšího regresního modelu je nelineární v proměnných, ale lineární v parametrech. Nejlépe zvolený model, tj. model s požadovanou mírou korelace, tedy bez autokorelace, multikolinearity a heteroskedasticity, je model:

$$\ln DMC_t = \beta_1 + \beta_2 \cdot \ln HDP_t + \beta_3 \cdot \ln POP_t + u_t. \quad (3.26)$$

V tomto modelu je R^2 ve výši 0,327. Jednotlivé parametry β jsou statisticky významné a statisticky významný je i model jako celek. Autokorelace ani multikolinearita v modelu není významná. V modelu neexistuje homoskedasticita a celkově je model správně specifikován. Testování na hladině významnosti 15 % potvrdilo, že ekonomická teorie je správná z 85 %.

3.4 Lineární regresní analýza emisí skleníkových plynů

Cílem tohoto modelu je vysvětlení vztahu emisí GHG jako vysvětlované proměnné na HDP a POP, jako vysvětlujících proměnných, v EU v období od roku 1996 do 2016.

3.4.1 Ekonomická, matematická a ekonometrická formulace modelu

Teoretickým východiskem pro decoupling je oddělení dvou křivek, zátěže životního prostředí a ekonomického výkonu. Z této teorie vychází ekonomická formulace modelu, která popisuje vztah mezi emisemi GHG, jako vysvětlovanou proměnnou, a HDP (v CLV)

a populací, jako vysvětlujícími proměnnými. Hypotéza tohoto modelu je následující: „Bude-li se HDP zvyšovat, sníží se emise GHG, a zároveň se s růstem POP zvýší efektivnost při omezování emisí GHG.“

$$GHG = f(HDP, POP).^{13} \quad (3.27)$$

V rámci modelu je analyzován i vztah mezi HDP a POP a vztah mezi HDP a emisemi GHG.

$$GHG = f(HDP), \quad (3.28)$$

$$GHG = f(POP). \quad (3.29)$$

Matematický model, jako transformace ekonomického modelu do analytické formy funkčního předpisu lineární regresní analýzy, je:

$$GHG_t = \beta_1 + \beta_2 \cdot HDP_t + \beta_3 \cdot POP_t, \quad (3.30)$$

kde:

GHG_t je vysvětlovaná proměnná v čase t ,

HDP_t, POP_t je vysvětlující proměnné v čase t ,

β_1 je regresní parametr úrovně konstanty,

β_2 je regresní parametr sklonu, změna emisí GHG v případě zvýšení HDP o 1 jednotku (mil. euro), při nezměněné proměnné POP,

β_3 je regresní parametr sklonu, změna emisí GHG v případě zvýšení POP o 1 jednotku (osobu).

Formulace stochastického ekonometrického modelu a zavedení náhodné složky do matematické rovnice je:

$$GHG_t = \beta_1 + \beta_2 \cdot HDP_t + \beta_3 \cdot POP_t + u_t, \quad (3.31)$$

kde:

u_t je náhodná složka v čase t .

¹³ Jednotky časových řad: GHG – tis. tun; HDP – mil. euro; POP – počet osob

3.4.2 Analýza vstupních časových řad modelu

Pomocí analýzy časových řad¹⁴ se zkoumá dynamika ekonomických jevů, příčiny a projevy změn v časových řadách nebo jejich extrapolace. Ekonometrický model je vytvořen z dlouhodobých ročních časových řad, a proto není potřeba je sezóně očišťovat. V časových řadách nejsou chybějící, odlehlé ani extrémní hodnoty, ale je potřebné transformovat stacionární řady na nestacionární, nebo stacionaritu alespoň zmírnit. V tabulce č. 3.4 jsou zobrazeny výsledky deskriptivní statistiky vstupních časových řad modelu.

Tab. č. 3.4 Deskriptivní statistika modelu

	GHG	HDP	POP
Počet (N)	22	22	22
Minimální hodnota	4 427 323,7	9 677 871,7	481 904 006,0
Maximální hodnota	5 499 669,2	13 868 008,4	510 277 177,0
Střední hodnota	5 083 343,0	12 062 528,4	495 509 784,0
Směrodatná odchylka	367 163,1	1 263 522,1	9 093 856,9
Šikmost	-0,780	-0,554	0,032
Špičatost	-1,055	-0,897	-1,411

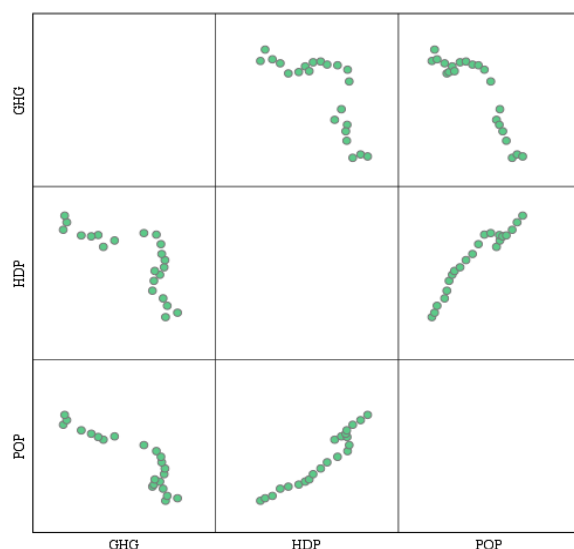
Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Každá časová řada má 22 pozorování. Emise GHG v čase klesají. Maximální hodnota emisí GHG byla naměřena v roce 2000 a minimální v roce 2014. Časové řady HDP a POP jsou dlouhodobě rostoucí. Nejvyšší hodnota HDP i POP byla změřena roku 2016 a hodnota nejnižší v roce 2000. Hodnota šikmosti emisí GHG a HDP je záporná, a proto je šikmost pozitivní. U POP je šikmost negativní. Hodnoty špičatosti časových řad jsou záporné, a z tohoto důvodu mají všechny časové řady nízkou špičku.¹⁵

¹⁴ Časové řady modelu jsou v příloze č. 6

¹⁵ Grafy šikmosti a špičatosti DMC, DHP a POP jsou přílohou č. 8.

Graf č. 3.10 Funkční vztah závislosti časových řad



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Graf č. 3.10 zobrazuje závislost jednotlivých časových řad. Závislost mezi GHG a HDP je negativní, to znamená, že pokud HDP roste, emise GHG klesají. Negativní vztah je i mezi GHG a POP. Mezi HDP a POP je pozorován vztah pozitivní. Pokud roste HDP, roste i populace. Vztahy odpovídají hypotéze uvedené v podkapitole 3.4 Jejich konkrétní hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 3.5.

Tab. č. 3.5 Korelační koeficienty časových řad modelu

		GHG	HDP	POP
GHG	Párová korelace	1	-0,749	-0,890
	Významnost		0,000	0,00
	N	22	22	22
HDP	Párová korelace	-0,749	1	0,957
	Významnost	0,000		0,000
	N	22	22	22
POP	Párová korelace	-0,890	0,957	1
	Významnost	0,000	0,000	
	N	22	22	22

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Hodnota párové korelace mezi vysvětlovanou proměnnou (GHG) a vysvětlujícími proměnnými je sice vysoká, ale obě hodnoty jsou záporné. Alespoň jedna hodnota korelace

by měla být kladná. Hodnota mezi vysvětlujícími proměnnými přesahuje hodnotu 0,8. To vypovídá o existenci multikolinearity v modelu. Přestože je R^2 ve výši 0,914, musí být časové řady transformovány tak, aby klesla korelace mezi vysvětlujícími proměnnými a z modelu byla odstraněna, nebo alespoň zmírněna multikolinearita. Nejlépe zvolená varianta transformace pro tento model je:

$$\ln GHG_t = \beta_1 + \beta_2 \cdot \ln HDP_t + \beta_3 \cdot \ln POP_t + u_t. \quad (3.32)$$

Tab. č. 3.6 Základní parametry původního a korigovaného modelu

	Původní model			Korigovaný model		
Shrnutí modelu						
R	0,956			0,763		
R ²	0,914			0,582		
DW	0,781			0,489		
Anova						
ESS	2,500 · 10 ¹²			0,065		
RSS	2,346 · 10 ¹¹			0,047		
F	2,735 · 10 ¹²			12,517		
Koeficienty						
	Nestandardizované B	Standardní chyba	Významnost	Nestandardizované B	Standardní chyba	Významnost
β ₁	42197058,750	4021295,846	0,000	25,047	1,923	0,000
β ₂	0,361	0,073	0,000	-0,591	0,118	0,000
β ₃	0,084	0,10	0,000	2,569 · 10 ⁻⁸	0,000	0,183

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Základní parametry původního a korigovaného modelu jsou v tab. č. 3.6. R^2 nového modelu je 0,582. Míra významnosti parametrů β vzrostla u lag POP (β_3) z 0 na 0,183. Vzhledem k vyšší významnosti konstant bude model testován na hladině významnosti 20 %. V novém modelu také došlo ke změně jednotek u DMC a HDP na procenta.

3.4.3 Statistická verifikace korigovaného modelu

Testování v tomto modelu je provedeno na 20 % hladině významnosti. Charakteristika jednotlivých testů a hypotéz odpovídá testům a hypotézám v předchozí podkapitole č. 3.3. K výpočtům t_{krit} a f_{krit} je také použitý tabulkový software Excel.

T-test pro β_2 (ln HDP)

Formulace hypotéz:

$H_0 : \beta_2 = 0$; koeficient je statisticky nevýznamný,

$H_A : \beta_2 \neq 0$; koeficient je statisticky významný.

Výpočet t_{vyp} a t_{krit} je:

$$t_{vyp} = \frac{\hat{\beta}_2}{\sigma_{\hat{\beta}_2}} = \frac{-0,591}{0,118} = |-5,008|, \quad (3.33)$$

$$t_{krit} = TINV(\alpha; n - k) = TINV(0,20; 18) = 1,333. \quad (3.34)$$

Protože $t_{vyp}(5,008) > t_{krit}(1,33)$, zamítá se hypotéza H_0 na hladině významnosti 20 %. Předpokládá se, že parametr β_2 je statisticky významný.

T-test pro β_3 (lag POP)

Formulace hypotéz:

$H_0 : \beta_3 = 0$; koeficient je statisticky nevýznamný,

$H_A : \beta_3 \neq 0$; koeficient je statisticky významný.

Výpočet t_{vyp} a t_{krit} je:

$$t_{vyp} = \frac{\hat{\beta}_3}{\sigma_{\hat{\beta}_3}} = 1,386, \quad (3.35)$$

$$t_{krit} = TINV(\alpha; n - k) = TINV(0,20; 18) = 1,333. \quad (3.36)$$

Protože $t_{vyp}(1,386) > t_{krit}(1,333)$, se zamítá hypotéza H_0 na hladině významnosti 20 %. Předpokládá se, že β_3 je statisticky významná.

F-test

Formulace hypotéz:

$H_0 : \beta_2 = \beta_3 = 0$; model není statisticky významný jako celek,

$H_A : \beta_2 \neq 0 \vee \beta_3 \neq 0$; model je statisticky významný jako celek.

Výpočet F_{vyp} a F_{krit} je:

$$F_{\text{vyp}} = \frac{\frac{ESS}{k-1}}{\frac{RSS}{n-k}} = \frac{\frac{0,065}{2}}{\frac{0,047}{18}} = 12,447, \quad (3.37)$$

$$F_{\text{krit}} = FINV(\alpha; k - 1; n - k) = TINV(0,20; 2; 18) = 1,762. \quad (3.38)$$

$F_{\text{vyp}}(12,447) > F_{\text{krit}}(1,762)$, a z tohoto důvodu se zamítá hypotéza H_0 na hladině významnosti 20 %. Předpokládá se, že model je jako celek statisticky významný.

3.4.4 Ekonometrická verifikace korigovaného modelu

Tato ekonomická verifikace ověřuje předpoklady modelu, které jsou popsány v kapitole 2.4.2.

Autokorelace

Autokorelace je zjištěna pomocí DW testu autokorelovanosti reziduí.

Formulace hypotéz:

$H_0: \rho = 0$; autokorelace 1. řádu není významná,

$H_1: \rho \neq 0$; autokorelace 1. řádu je významná.

Výpočet d_{vyp} a d_L je:

$$d_{\text{vyp}} = DW = 0,489, \quad (3.39)$$

$$d_L = 1,125 \text{ (z tabulek)}. \quad (3.40)$$

Protože $d_{\text{vyp}}(0,489) < d_L(1,125)$, zamítá se hypotéza H_0 a přijímá se hypotéza H_1 . Existuje autokorelace 1. řádu. Autokorelaci 1. řádu nelze odstranit ani zmírnit přidáním trendové ani zpožděné proměnné, ani Cochrane-Orcuttovou metodou (Cipra, 2013).

Heteroskedasticita

Heteroskedasticita je zjišťována Whiteovým obecným testem. Model pro u_t je:

$$\hat{u}_t^2 = \lambda_1 + \lambda_2 \cdot (\ln HDP)^2 + \lambda_3 \cdot (\ln POP)^2 + \lambda_4 \cdot \ln HDP \cdot \ln POP + \epsilon_t. \quad (3.41)$$

Formulace hypotéz:

$H_0: \lambda_2 = \lambda_3 = 0$; homoskedasticita,

$H_1: \lambda_2 \neq 0 \vee \lambda_3 \neq 0 \vee \lambda_4 \neq 0$; heteroskedasticita.

Výpočet pro χ_{vyp}^2 a $\chi_{krit}^2(df)$ je:

$$\chi_{vyp}^2 = n \cdot R_N^2 = 21 \cdot 0,516 = 10,836, \quad (3.42)$$

$$\chi_{krit}^2(df) = CHIINV(\alpha; k - 1) = CHIINV(0,2; 3) = 4,642. \quad (3.43)$$

Jelikož $\chi_{vyp}^2(10,836) > \chi_{krit}^2(4,642)$, zamítá se hypotéza H_0 na 20 % hladině významnosti. V modelu existuje heteroskedasticita, tudíž došlo k porušení homoskedasticity. Reziduální složky nemají konstantní rozptyl.

Multikolinearita

Multikolinearita je zjišťována pomocí F-testu s F-statistikou.

Formulace hypotéz:

H_0 : v modelu není významná multikolinearita,

H_1 : v modelu je významná multikolinearita.

Výpočet F_{vyp} a F_{krit} je:

$$F_{vyp} = \frac{\frac{r_{x_i x_j}^2}{\frac{k-1}{1-r_{x_i x_j}^2}}}{\frac{2}{1-0,247}} = \frac{0,247}{\frac{2}{18}} = 2,952, \quad (3.44)$$

$$F_{krit} = FINV(\alpha; k - 1; n - k) = FINV(0,2; 2; 18) = 1,762. \quad (3.45)$$

Protože $F_{vyp}(2,952) > F_{krit}(1,762)$, zamítá se hypotéza H_0 na hladině významnosti 20 %. V modelu existuje multikolinearita.

Výpočet VIF a míry tolerance (TOL) je:

$$VIF = \frac{1}{R_i^2} = \frac{1}{0,247} = 1,328, \quad (3.46)$$

$$TOL_i = \frac{1}{VIF} = \frac{1}{1,328} = 0,753. \quad (3.47)$$

VIF v hodnotě 1,328 je nižší než 10. Multikolinearita není příliš významná. Míra tolerance je větší než 0,1 a proto jde v tomto případě pouze o slabou multikolinearitu. Slabou multikolinearitu již nelze zmírnit.

Specifikace modelu

Specifikace modelu je testována pomocí Ramsey RESET testu.

Formulace hypotéz:

H_0 : regresní model je správně specifikován,

H_1 : regresní model není správně specifikován.

Výpočet F_{vyp} a F_{krit} je:

$$F_{\text{vyp}} = \frac{\frac{R_N^2 - R_0^2}{df_1}}{\frac{1 - R_N^2}{df_2}} = \frac{\frac{0,580 - 0,580}{1}}{\frac{1 - 0,580}{21 - 4}} = 0, \quad (3.48)$$

$$F_{\text{krit}} = FINV(\alpha; df_1; n - k) = FINV(0,20; 1; 17) = 1,778. \quad (3.49)$$

$F_{\text{vyp}}(0) < F_{\text{krit}}(1,778)$, a proto se přijímá hypotéza H_0 na hladině významnosti 20 %. Model je správně specifikován.

Normalita reziduální složky

Normalita reziduální složky je testována pomocí Jarque-Bera testu.

Formulace hypotéz:

H_0 : výběrové rozdělení náhodné složky pochází z normálního rozdělení,

H_1 : výběrové rozdělení náhodné složky nepochází z normálního rozdělení.

Výpočet χ_{vyp}^2 a χ_{krit}^2 je:

$$\chi_{\text{vyp}}^2 = n \cdot \left[\frac{s^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24} \right] = 18 \cdot \left[\frac{(-0,118)^2}{6} + \frac{(-1,049-3)^2}{24} \right] = 0,685, \quad (3.50)$$

$$\chi^2(2) = \text{CHIINV}(\alpha; 2) = \text{CHIINV}(0,15; 2) = 3,219. \quad (3.51)$$

Jelikož $\chi_{\text{vyp}}^2(0,685) < \chi^2(2)(3,219)$, přijímá se hypotéza H_0 na hladině významnosti 20 %. Výběrové rozdělení náhodné složky pochází z normálního rozdělení.

3.4.5 Ekonomická verifikace korigovaného modelu

Nejlépe korigovaný model je nelineární v proměnných a lineární v parametrech. Nejlépe korigovaný model je model:

$$\ln GHG_t = \beta_1 + \beta_2 \cdot \ln HDP_t + \beta_3 \cdot \ln POP_t + u_t. \quad (3.52)$$

V lineárním regresním modelu nejmenších čtverců je hodnota R^2 rovna 0,582. Parametry β jsou statisticky významné, a statisticky významný je i model jako celek. Autokorelace, multikolinearita ani heteroskedasticita nejsou v modelu příliš významné. Model je jako celek správně specifikován. Testování potvrdilo, že je model na hladině významnosti 20 % správný.

3.5 Shrnutí kapitoly měření decouplingu v rámci Evropské unie

Tato kapitola byla zaměřena na decouplingové indikátory DMC a GHG, jejich měření a vývoj v čase. Úroveň RP, jako podíl HDP a DMC v EU za období 2000-2017, rostla. Z toho vyplývá, že se od roku 2000 stala EU produktivnější z hlediska využití domácích materiálů. Poměr HDP a GHG se v monitorovacím období 2000-2016 také zvyšoval. EU se tedy dlouhodobě daří oddělovat HDP od GHG.

Na úrovni členských států se hodnoty lišily. Diverzity mohly být způsobeny např. rozdílným sektorovým složením v jednotlivých státech, hospodářskou strukturou, technologickým pokrokem, existencí obnovitelných a neobnovitelných zdrojů, mírou outsourcingu výroby či přístupem států k recyklaci a opětovnému využití zdrojů. Ve všech státech, vyjma Rumunska, bylo v roce 2017 oproti roku 2000 dosaženo vyšší hodnoty RP. Malta, Estonsko a Belgie nedosáhly žádného výrazného růstu RP. Decouplingový indikátor GHG, jako podíl HDP a GHG, vzrostl od roku 2000 ve všech členských státech EU. Velmi významný nárůst byl do roku 2016 zaznamenán v Rumunsku, na Maltě a Slovensku.

Jestli skutečně došlo k decouplingu DMC a GHG od HDP, bylo ověřováno modely lineární regrese a analýzy. Pro model DMC i GHG byla na základě teorie decouplingu vytvořena statistická, ekonomická a ekonometrická formulace modelu popisující vztah mezi vysvětlovanou proměnnou (DMC nebo GHG) a vysvětlujícími proměnnými (HDP a POP). Byly analyzovány vstupní data, a protože parametry nesplňovaly požadované vlastnosti modelu definované v metodologii měření decouplingu (podkapitola 2.4.2), musely být proměnné transformovány na logaritmy či růsty. Pomocí metody nejmenších čtverců byly v programu IBM SPSS vytvořeny lineární modely a párové korelace. Hodnoty koeficientů determinace a párových koeficientů potvrdily vztah mezi vysvětlovanou a vysvětlujícími proměnnými. Jestli jsou modely skutečně kompatibilní s použitými daty, bylo ověřeno pomocí statistické verifikace, která testuje kritický obor t-statistiky a statistickou významnost jednotlivých regresních parametrů. Pomocí F-testu je testována významnost modelu jako celku. Pomocí ekonometrické verifikace bylo ověřeno, zda skutečně nejsou porušeny základní

principy lineární regrese. Testování modelu DMC bylo provedeno na 15 % hladině významnosti, tedy s 85 % pravděpodobností. Model GHG byl testován na 20 % hladině významnosti, tj. s 80 % pravděpodobností. Testy potvrdily správnost modelů. Modely splňují předpoklady lineárního regresního modelu, které je nezbytné dodržet. Tyto předpoklady jsou vypsány v podkapitole 2.4.2 Na základě analýz byl zjišťován vliv ekonomiky a populace na DMC a GHG.

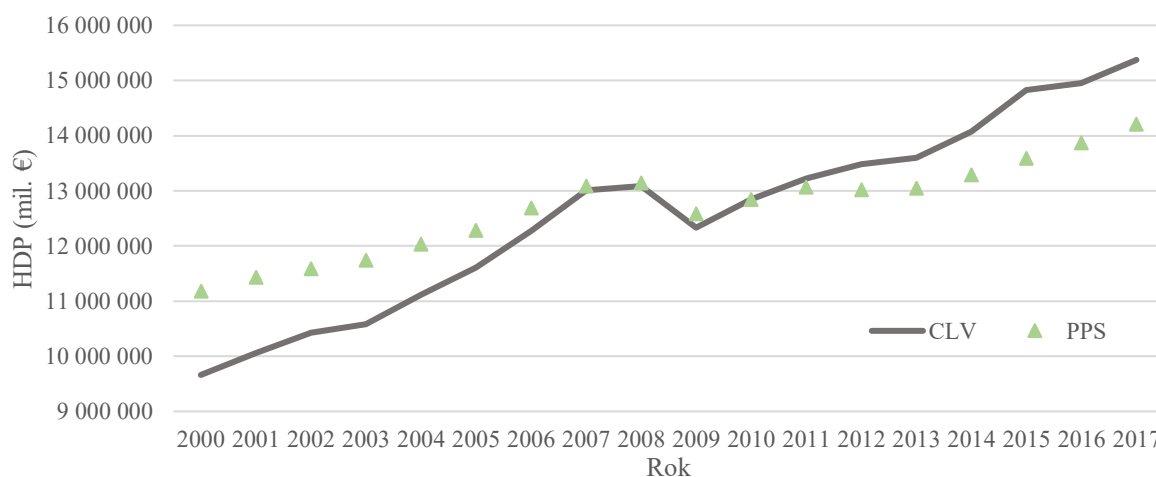
4 Hodnocení výsledků a doporučení pro udržitelný rozvoj

V návaznosti na předchozí (třetí) kapitolu, je v této kapitole analyzován a vyhodnocen decoupling DMC a GHG od HDP v EU a členských státech EU. Jsou zde popsány vlivy ekonomiky a populace na DMC a GHG a vydána doporučení pro udržitelný rozvoj.

4.1 Hodnocení decouplingu vybraných indikátorů udržitelného rozvoje

Analýza GHG, DMC a HDP, v převážné většině monitorovacího období, potvrzuje existenci decouplingu. V některých letech došlo k takové ekonomické situaci, která ovlivnila očekávaný vývoj těchto indikátorů. První takovou významnou událostí v květnu 2004, bylo přistoupení deseti nových členských států do EU, což mělo za následek vzrůst DMC, která rostla až ro roku 2007. V roce 2008 na ekonomiku dopadla rozsáhlá finanční krize, která byla následkem hypoteční krize ve Spojených státech amerických. V důsledku této krize došlo roku 2009 k poklesu HDP a také k výraznému poklesu GHG a DMC. V roce 2009 vypukla v eurozóně dluhová krize, jejíž příčinou byl vysoký dluh eurozóny. Dluhová krize se opět projevila mírným poklesem HDP a od roku 2011 i poklesem DMC.

Graf č. 4.1 Vývoj hrubého domácího produktu v paritě kupní síly a řetězových objemech (mil. €) v Evropské unii, 2000–2017



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

V tabulce č. 4.1 je zobrazen všeobecný vývoj HDP v EU. HDP v EU dlouhodobě roste. HDP klesl pouze po světové krizi z roku 2008 a k poklesu HDP v PPS došlo navíc v roce 2012. Tento pokles je důsledkem dluhové krize eurozóny.

4.1.1 Decoupling domácí spotřeby materiálu

Pomocí RP je zkoumán vztah mezi HDP a DMC. RP v EU, jak je možné vidět v podkapitole kapitole č. 3.1, roste. K poklesu RP dochází pouze v letech 2004, 2007 a 2011. Přesto, že jsou ve zbylých letech vykazovány známky decouplingu, požadovaný decoupling nastat nemusí, neboť je potřeba brát v úvahu i ekonomické šoky. Pro přesnější odhalení decouplingu a zhodnocení, zda je decoupling relativní¹⁶ nebo absolutní, je nutné porovnat vývoj DMC a HDP v čase. Tabulka č. 4.1 zaznamenává meziroční procentní změny HDP a DMC v EU o období 2001-2017 a udává, zda bylo v daném roce dosaženo decouplingu. Protože je analyzován vývoj indikátorů v čase i konkrétní geografické oblasti, je použit indikátor HDP v CLV.

Tab. č. 4.1 Meziroční změna domácí spotřeby materiálu a hrubého domácího produktu (%) v Evropské unii, 2001-2017

Rok	HDP v CLV (%)	DMC (%)	Decoupling	Rok	HDP v CLV (%)	DMC (%)	Decoupling
2001	2,24	0,45	Relativní	2010	2,09	-2,63	Absolutní
2002	1,36	-1,28	Absolutní	2011	1,76	3,87	Coupling
2003	1,33	-0,45	Absolutní	2012	-0,40	-7,22	Relativní*
2004	2,51	5,00	Coupling	2013	0,28	-1,92	Absolutní
2005	2,11	0,89	Relativní	2014	1,79	1,41	Relativní
2006	3,31	1,88	Relativní	2015	2,32	0,91	Relativní
2007	3,09	3,06	Relativní	2016	2,03	-0,47	Absolutní
2008	0,49	-0,98	Absolutní	2017	2,43	1,84	Relativní
2009	-4,33	-11,93	Relativní*				

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Poznámky: *Podle monitorovací zprávy Eurostatu o pokroku při dosahování cílů udržitelného rozvoje v kontextu EU z roku 2018 je tato situace chápána jako příznivý relativní decoupling. Pokles HDP byl však způsoben nepříznivou ekonomickou situací, a proto nelze považovat decoupling za příznivý.

V roce 2004 byl procentní růst DMC vyšší než HDP. Možnou příčinou je rozšíření EU o deset nových členských států. Hlavní hybnou silou růstu DMC v období 2004-2007 byl růst

¹⁶ Relativní decoupling je v této kapitole chápán jako nepříznivý relativní decoupling, kde ekonomická veličina roste rychleji než veličina environmentální. Příznivý relativní decoupling je označen jako „relativní*“.

blahobytu a spotřeba na obyvatele. To nakonec zvýšilo poptávku po energiích i zdrojích (Eurostat, 2018). Makroekonomická nerovnováha a pokles HDP v roce 2009 byly důsledkem hospodářské krize z roku 2008. V roce 2012 se ekonomika dostala do recese v důsledku krize Eurozóny. Relativního decouplingu dosáhla EU v roce 2017, ale v jednotlivých členských státech je materiálová efektivita odlišná a tím pádem i míra decouplingu.

Tab. č. 4.2 Vývoj hrubého domácího produktu a domácí spotřeby materiálu (%) v členských státech Evropské unie, 2000-2017

Stát	HDP v CLV (%)	DMC (%)	Decoupling	Stát	HDP v CLV (%)	DMC (%)	Decoupling
EU	27,09	-8,59	Absolutní	LT	96,28	62,83	Relativní
BE	27,61	-1,85	Absolutní	LU	55,78	33,59	Relativní
BG	82,42	45,78	Relativní	HU	43,36	8,44	Relativní
CZ	58,66	-10,57	Absolutní	MT	77,19	70,53	Relativní
DK	20,54	-0,94	Absolutní	NL	24,91	-16,73	Absolutní
DE	24,33	-11,21	Absolutní	AT	28,61	-1,78	Absolutní
EE	79,66	69,75	Relativní	PL	84,23	33,27	Relativní
IE	113,65	-8,80	Absolutní	PT	7,94	-21,34	Absolutní
GR	-1,42	-15,88	Relativní*	RO	96,82	184,40	Coupling
ES	31,34	-40,94	Absolutní	SI	43,34	-18,16	Absolutní
FR	23,19	-14,51	Absolutní	SK	94,91	32,32	Relativní
HR	35,19	19,50	Relativní	FI	24,48	1,89	Relativní
IT	2,84	-45,81	Absolutní	SE	43,42	31,06	Relativní
CY	39,36	-1,02	Absolutní	GB	34,77	-20,77	Absolutní
LV	83,74	26,54	Relativní				

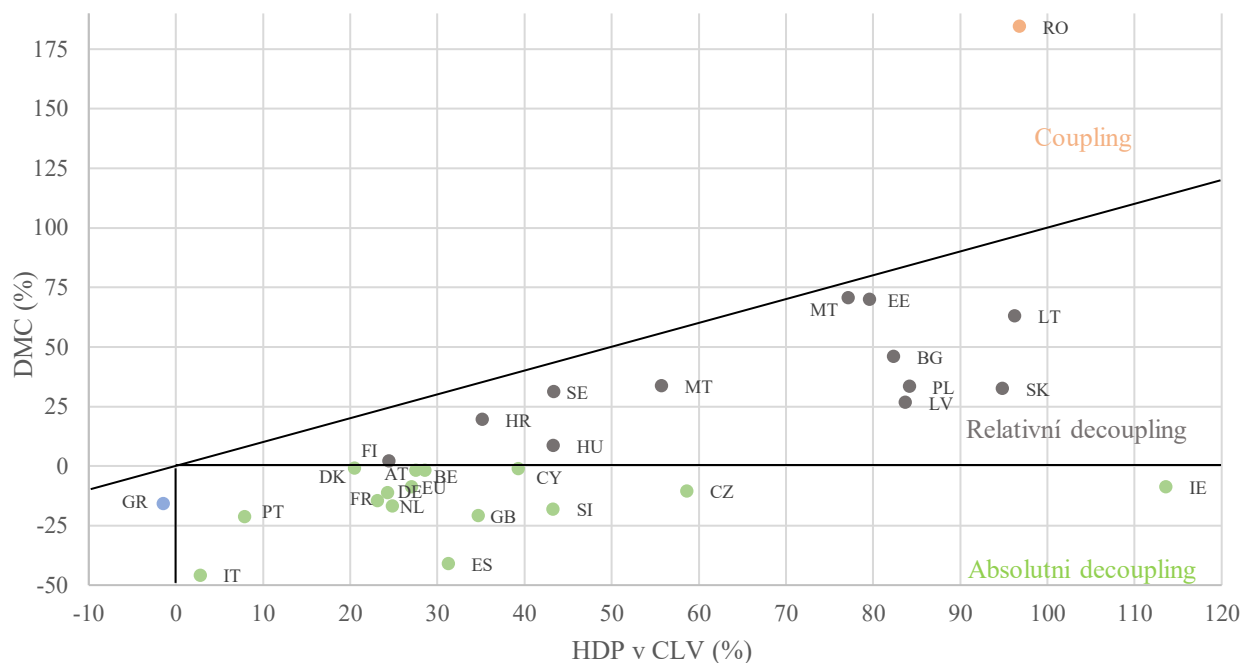
Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Poznámky: *Podle monitorovací zprávy Eurostatu o pokroku při dosahování cílů udržitelného rozvoje v kontextu EU z roku 2018 je tato situace chápána jako příznivý relativní decoupling. Pokles HDP byl však způsoben nepříznivou ekonomickou situací, a proto nelze považovat decoupling za příznivý.

Tabulka č. 4.2 zobrazuje procentní změny HDP a DMC mezi roky 2000 a 2017. Na základě srovnání těchto dvou indikátorů udává, zda v rámci dlouhodobého období dochází ve členských státech EU k decouplingu či couplingu. V EU dochází k decouplingu

absolutnímu. HDP v EU vzrostl mezi roky 2000 a 2017 o 27,09 % a DMC klesla o 8,59 %. Přehledněji zobrazuje jednotlivé státy graf. č. 4.2, který vychází z tab. č. 4.2.

Graf č. 4.2 Vývoj hrubého domácího produktu a domácí spotřeby materiálu (%) v členských státech Evropské unie, 2000-2017



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Absolutní decoupling v období 2000-2017 je pozorován ve 14 členských státech EU. Státy, ve kterých dochází k absolutnímu decouplingu, jsou převážně větší vyspělé státy s dobře fungující ekonomikou jako např. Německo, Francie, Španělsko, Portugalsko či Velká Británie. Ve 13 státech je decoupling relativní. To jsou spíše státy s velmi vysokým procentním růstem HDP, který je doprovázen také vysokým růstem DMC. Jedná se o státy jako je Litva, Slovensko, Lotyšsko, Polsko, Belgie či např. Estonsko. Ke speciálnímu případu relativního decouplingu dochází v Řecku. Podle monitorovací zprávy Eurostatu o pokroku při dosahování cílů udržitelného rozvoje v kontextu EU (2018) by v tomto případě mělo jít o příznivý relativní decoupling, protože HDP klesl v roce 2017 o 1,42 % oproti roku 2000 a DMC klesla o 15,88 %. Pokles HDP byl způsoben hospodářskými problémy a recesí. Do vážných finančních potíží se Řecko dostalo v roce 2009, ve kterém dosáhlo veřejného zadlužení ve výši 126,8 % HDP. V roce 2010 hrozil Řecku státní bankrot kvůli nemožnosti uhradit splatné dluhy. Pomoc Řecku, v podobě úvěru, poskytla EU a Mezinárodní měnový fond (MMF) a Řecko se zavázalo snížit vysoký rozpočtový schodek a přijmout celou řadu reforem. Situace se začala mírně zlepšovat teprve v roce 2014 a z dlouhé recese se Řecko začalo vzpamatovávat až v roce 2017. V tomto

případě nelze mluvit o příznivém relativním decouplingu. Coupling mezi HDP a DMC, v období 2000-2017, byl zaznamenán v Rumunsku. DMC v Rumunsku rostla téměř jednou tak rychle jako HDP. HDP vzrostl o 96,82 % a DMC o 184,40 %. RP v roce 2017 vykazovala velmi nízkou hodnotu 0,75 €/kg. DMC začala v Rumunsku výrazněji růst od roku 2007 a k mírnému poklesu došlo až mezi roky 2016 a 2017. V porovnání s ostatními členskými státy EU, roste v Rumunsku velmi rychle i HDP. V roce 2000 dosahoval výše 82 923,8 mil. euro a v roce 2017 výše 163 212,5 mil euro (Evropská komise, 2018).

Zda bylo dosaženo decouplingu mezi roky 2016 a 2017 v členských státech EU, je zobrazeno v následující tabulce č. 4.3. Ta pracuje s ukazatelem HDP v CLV, protože data jsou porovnávána meziročně. Na základě těchto dat je posouzeno, zda země dosahují decouplingu, a zda je decoupling relativní nebo absolutní.

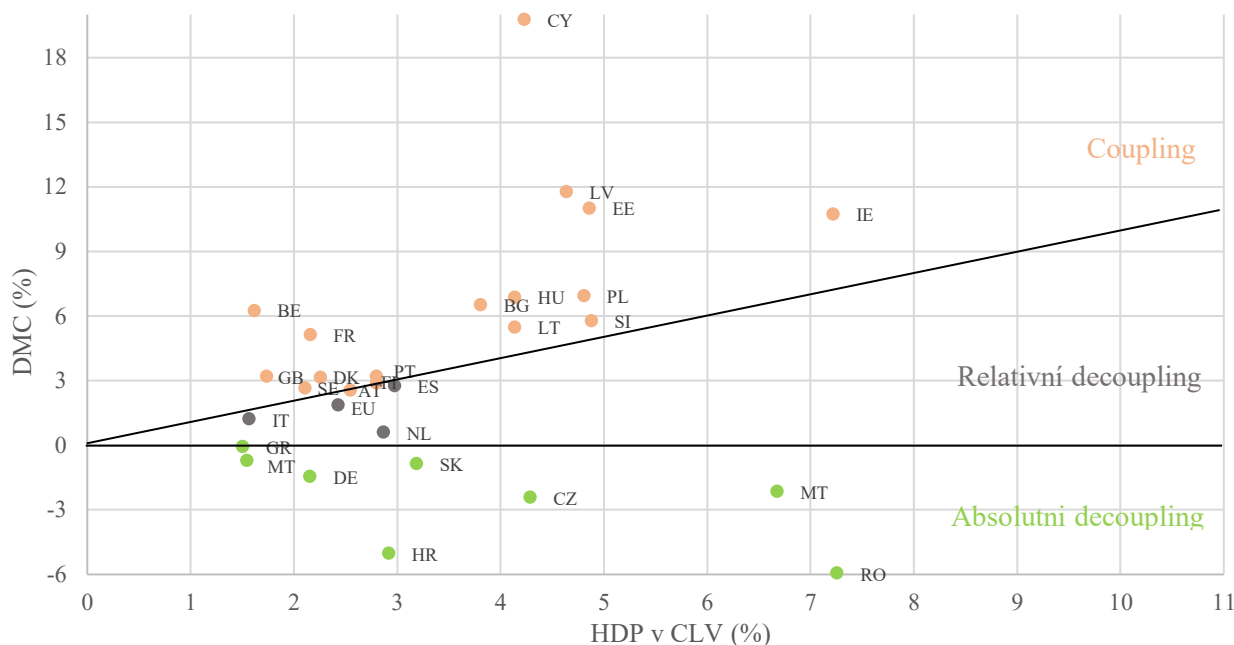
Tab. č. 4.3 Meziroční změna hrubého domácího produktu a domácí spotřeby materiálu (%) v členských státech Evropské unie, 2016-2017

Stát	HDP v CLV (%)	DMC (%)	Decoupling	Stát	HDP v CLV (%)	DMC (%)	Decoupling
EU	2,43	1,84	Relativní	LT	4,14	5,48	Coupling
BE	1,62	6,26	Coupling	LU	1,55	-0,72	Absolutní
BG	3,81	6,51	Coupling	HU	4,14	6,87	Coupling
CZ	4,29	-2,43	Absolutní	MT	6,68	-2,17	Absolutní
DK	2,26	3,16	Coupling	NL	2,87	0,59	Relativní
DE	2,16	-1,47	Absolutní	AT	2,55	2,57	Coupling
EE	4,86	11,00	Coupling	PL	4,81	6,95	Coupling
IE	7,22	10,72	Coupling	PT	2,80	3,20	Coupling
GR	1,51	-0,09	Absolutní	RO	7,26	-5,95	Absolutní
ES	2,98	2,75	Relativní	SI	4,88	5,77	Coupling
FR	2,16	5,13	Coupling	SK	3,19	-0,88	Absolutní
HR	2,92	-5,04	Absolutní	FI	2,80	2,87	Coupling
IT	1,57	1,20	Relativní	SE	2,11	2,65	Coupling
CY	4,23	19,77	Coupling	GB	1,74	3,19	Coupling
LV	4,64	11,78	Coupling				

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Tabulka č. 4.3 popisuje meziroční vývoj jednotlivých indikátorů HDP a DMC ve všech členských státech EU. Udává procentní meziroční změny HDP a DMC v letech 2016-2017. EU v roce 2017 dosáhla relativního decouplingu, protože rostl HDP i DMC. Tabulku č. 4.3 zobrazuje graf č. 4.3.

Graf č. 4.3 Meziroční změna hrubého domácího produktu a domácí spotřeby materiálu (%) v členských státech Evropské unie, 2016-2017



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Coupling mezi roky 2016 a 2017 je pozorován ve více než polovině států EU. DMC roste v těchto zemích rychleji než HDP. K velmi vysokému procentnímu růstu DMC došlo na Kypru, v Litvě a Irsku. Relativního decouplingu dosahují pouze 3 členské státy (Estonsko, Itálie, Nizozemsko) a EU jako celek. V těchto státech meziročně rostl HDP rychleji než DMC. V 8 státech EU byl pozorován absolutní decoupling. Nejvyšší hodnoty růstu HDP, a zároveň nejnižší hodnoty poklesu hodnoty DMP, dosáhlo Rumunsko, a hned za ním na druhém místě bylo Chorvatsko.

4.1.2 Decoupling emisí skleníkových plynů

Problém klimatické změny je další perspektivou pro decoupling. Pro posuzování pokroku v oblasti udržitelného rozvoje je využíván indikátor emisí GHG. Od roku 2000 jsou GHG v EU klesající. K výraznému poklesu emisí GHG však došlo až po roce 2008. Decouplingový indikátor GHG je rostoucí, což znamená, že v této oblasti dochází v rámci celé

EU k decouplingu. Následující tabulka č. 4.4 uvádí v procentech meziroční změnu HDP v CLV a GHG v rámci EU a udává, zda mezi jednotlivými roky dochází k decouplingu. Výchozím rokem je vždy rok předchozí.

Tab. č. 4.4 Meziroční změna hrubého domácího produktu a emisí skleníkových (%) plynů v Evropské unii, 2001-2016

Rok	HDP v CLV (%)	GHG (%)	Decoupling	Rok	HDP v CLV (%)	GHG (%)	Decoupling
2001	2,24	1,06	Relativní	2009	-4,33	-7,34	Relativní*
2002	1,36	-0,89	Absolutní	2010	2,09	2,20	Coupling
2003	1,33	1,67	Coupling	2011	1,76	-3,14	Absolutní
2004	2,51	0,14	Relativní	2012	-0,40	-1,36	Relativní*
2005	2,11	-0,56	Absolutní	2013	0,28	-2,00	Absolutní
2006	3,31	-0,13	Absolutní	2014	1,79	-3,68	Absolutní
2007	3,09	-0,81	Absolutní	2015	2,32	0,75	Absolutní
2008	0,49	-2,20	Absolutní	2016	2,03	-0,44	Absolutní

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Poznámky: *Podle monitorovací zprávy Eurostatu o pokroku při dosahování cílů udržitelného rozvoje v kontextu EU z roku 2018 je tato situace chápána jako příznivý relativní decoupling. Pokles HDP byl však způsoben nepříznivou ekonomickou situací, a proto nelze považovat decoupling za příznivý.

V období mezi roky 2000 a 2001 rostl v EU HDP rychleji než emise GHG, a proto bylo dosaženo relativního decouplingu. Relativního decouplingu dosáhla EU také v roce 2004. V letech 2003 a 2010 byl pozorován coupling. Pokles obou HDP i GHG byl pozorován v letech 2009 a 2012. Příčinou poklesu byla hospodářská krize a krize eurozóny. Ostatní roky vykazují absolutní decoupling. Většina zemí dosáhla v oblasti klimatické změny významného pokroku. V roce 2016 se vyprodukované množství emisí v jednotlivých státech EU lišilo. Produkce emisí je ve větších a vyspělých státech vyšší než v menších státech s nižším počtem obyvatel. Vývoj HDP a GHG v dlouhém období mezi roky 2000 a 2016 zobrazuje tabulka č. 4.5.

**Tab. č. 4.5 Vývoj hrubého domácího produktu a emisí skleníkových plynů (%)
v členských státech Evropské unie, 2000-2016**

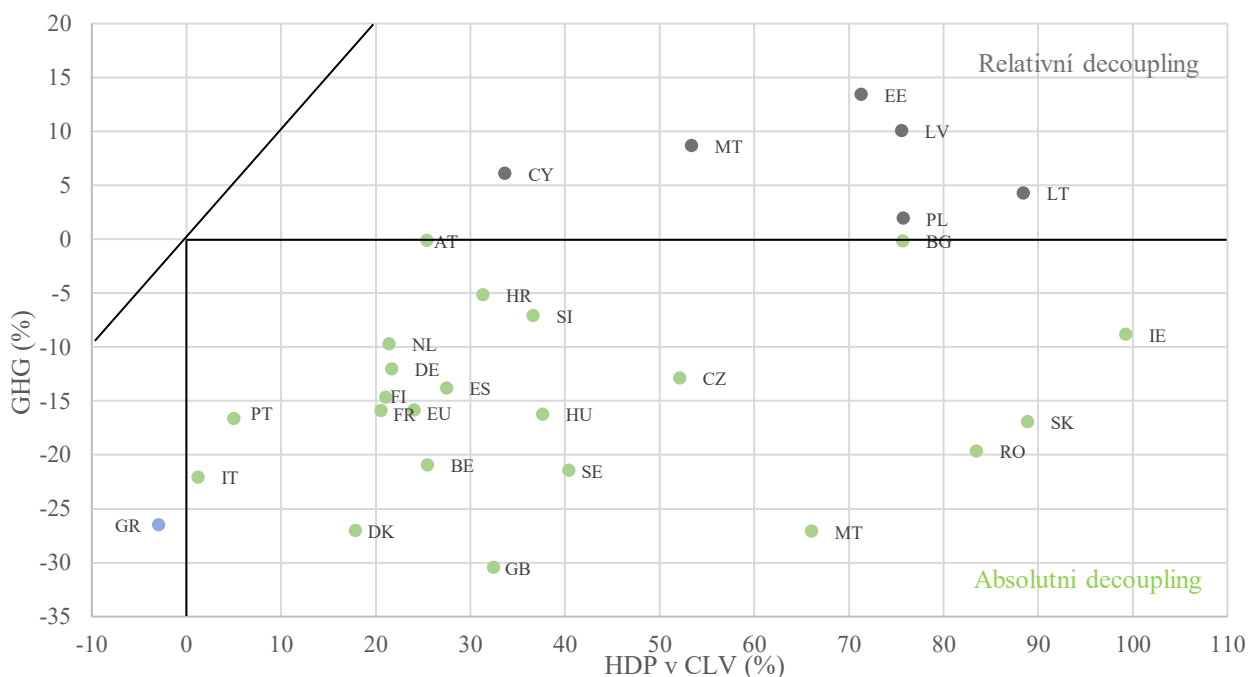
Stát	HDP v CLV (%)	GHG (%)	Decoupling	Stát	HDP v CLV (%)	GHG (%)	Decoupling
EU	24,07	-15,86	Absolutní	LT	88,48	4,25	Relativní
BE	25,49	-20,95	Absolutní	LU	53,40	8,64	Relativní
BG	75,73	-0,18	Absolutní	HU	37,66	-16,25	Absolutní
CZ	52,14	-12,90	Absolutní	MT	66,09	-27,12	Absolutní
DK	17,88	-27,06	Absolutní	NL	21,43	-9,75	Absolutní
DE	21,70	-12,07	Absolutní	AT	25,41	-0,15	Absolutní
EE	71,34	13,38	Relativní	PL	75,78	1,91	Relativní
IE	99,26	-8,84	Absolutní	PT	5,00	-16,64	Absolutní
GR	-2,89	-26,52	Relativní*	RO	83,50	-19,65	Absolutní
ES	27,54	-13,83	Absolutní	SI	36,67	-7,13	Absolutní
FR	20,58	-15,91	Absolutní	SK	88,88	-16,98	Absolutní
HR	31,36	-5,19	Absolutní	FI	21,09	-14,67	Absolutní
IT	1,25	-22,09	Absolutní	SE	40,45	-21,46	Absolutní
CY	33,70	6,07	Relativní	GB	32,46	-30,48	Absolutní
LV	75,60	10,01	Relativní				

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Poznámky: *Podle monitorovací zprávy Eurostatu o pokroku při dosahování cílů udržitelného rozvoje v kontextu EU z roku 2018 je tato situace chápána jako příznivý relativní decoupling. Pokles HDP byl však způsoben nepříznivou ekonomickou situací, a proto nelze považovat decoupling za příznivý.

Tabulka č. 4.5 zobrazuje procentní změnu HDP a GHG mezi roky 2000 a 2016 ve všech členských státech EU. Evropská unie dosahuje v tomto období decouplingu absolutního, jakož i většina členských států. V EU vzrostl HDP o 24,7 % a emise GHG se snížily o 15,86 %. Emise skleníkových plynů se snižují v kompetenci s Kjótským protokolem i se strategií Evropa 2020. Oproti roku 2000 se do roku 2016 podařilo snížit emise o více než 20 % v Belgii, Dánsku, Řecku, Itálii, Maltě a ve Velké Británii. Tyto státy zároveň v roce 2016 patřily do skupiny států jejichž emise GHG/obyv. byly vyšší než průměr EU. Pouze Malta je výjimkou, protože její hodnota GHG/obyv. je nejnižší v EU.

**Graf č. 4.4 Vývoj hrubého domácího produktu a emisí skleníkových plynů (%)
v členských státech Evropské unie, 2000-2016**



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Graf č. 4.4 zobrazuje procentní změnu HDP a GHG mezi roky 2000 a 2016. V šesti členských státech EU byl decoupling mezi HDP a GHG relativní. Státy, ve kterých dochází k decouplingu relativnímu, jsou spíše menší státy s nižší úrovní HDP/obyv. a relativně nízkou mírou celkových emisí GHG. Výjimkou je Polsko, jehož HDP/obyv. je relativně nízké, ale celkové emise GHG i GHG/obyv. jsou velmi vysoké. Řecko je opět v situaci, kdy je pokles HDP způsobený nepříznivou ekonomickou situací, a proto nelze tvrdit, že dosahuje příznivého relativního decouplingu. Ostatní členské státy dosáhly decouplingu absolutního. Tabulka č. 4.6 zobrazuje procentní změnu HDP a GHG mezi roky 2015 a 2016 a udává, zda bylo dosaženo decouplingu.

Tab. č. 4.6 Meziroční změna hrubého domácího produktu a emisí skleníkových (%) plynů v členských státech Evropské unie, 2015-2016

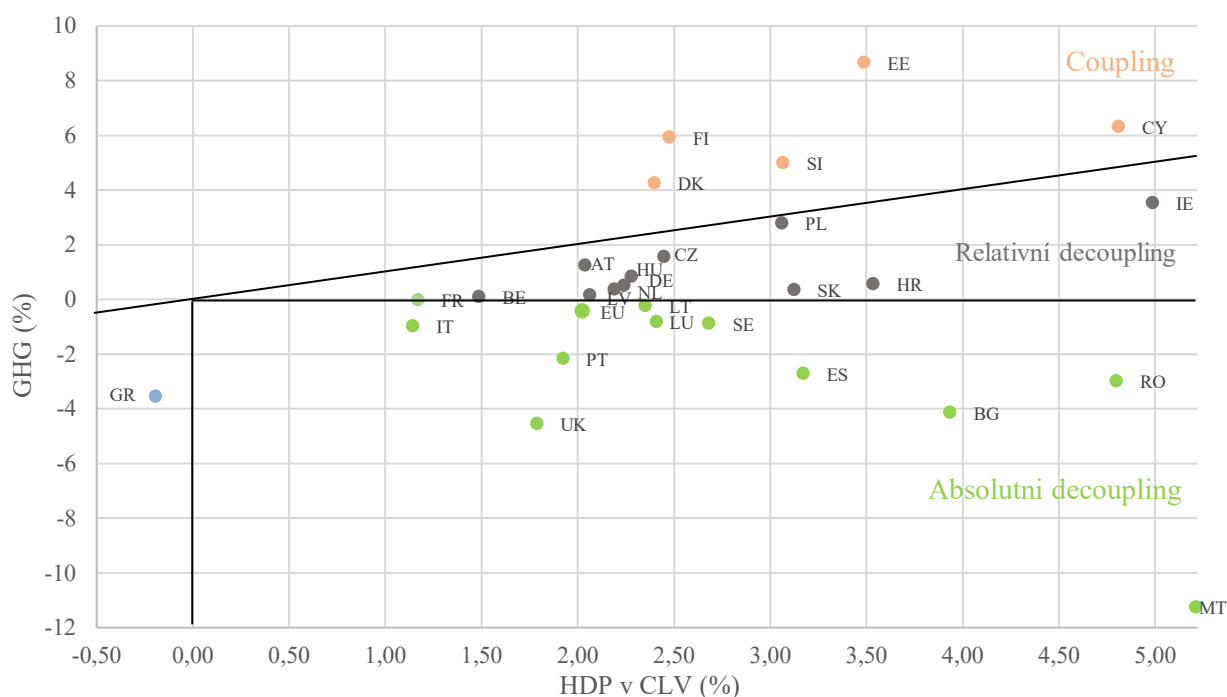
Stát	HDP v CLV (%)	GHG (%)	Decoupling	Stát	HDP v CLV (%)	GHG (%)	Decoupling
EU	2,03	-0,44	Absolutní	LT	2,35	-0,24	Absolutní
BE	1,49	0,09	Relativní	LU	2,41	-0,82	Absolutní
BG	3,94	-4,14	Absolutní	HU	2,28	0,83	Relativní
CZ	2,45	1,55	Relativní	MT	5,21	-11,26	Absolutní
DK	2,40	4,25	Coupling	NL	2,19	0,37	Relativní
DE	2,24	0,50	Relativní	AT	2,04	1,25	Relativní
EE	3,49	8,66	Coupling	PL	3,06	2,79	Relativní
IE	4,99	3,53	Relativní	PT	1,93	-2,16	Absolutní
GR	-0,19	-3,55	Relativní*	RO	4,80	-2,98	Absolutní
ES	3,17	-2,71	Absolutní	SI	3,07	4,98	Coupling
FR	1,17	-0,03	Absolutní	SK	3,13	0,34	Relativní
HR	3,54	0,56	Relativní	FI	2,48	5,92	Coupling
IT	1,15	-0,97	Absolutní	SE	2,68	-0,89	Absolutní
CY	4,81	6,31	Coupling	GB	1,79	-4,54	Absolutní
LV	2,06	0,15	Relativní				

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Poznámky: *Podle monitorovací zprávy Eurostatu o pokroku při dosahování cílů udržitelného rozvoje v kontextu EU z roku 2018 je tato situace chápána jako příznivý relativní decoupling. Pokles HDP byl však způsoben nepříznivou ekonomickou situací, a proto nelze považovat decoupling za příznivý.

V roce 2016 bylo v EU dosaženo absolutního decouplingu. HDP oproti předchozímu roku 2015 vzrostl o 2,03 % a emise GHG se snížily o 0,44 %. Meziroční změny indikátorů v jednotlivých členských státech EU, které jsou zobrazeny v tabulce č. 4.6, jsou pro lepší přehlednost zpracovány v grafu č. 4.5.

Graf č. 4.5 Meziroční změna hrubého domácího produktu a emisí skleníkových plynů (%) v členských státech Evropské unie, 2016–2017



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Růst HDP doprovázený poklesem GHG, byl mezi lety 2015 a 2016 typický pro 11 členských států EU. Velmi dobrých hodnot růstu HDP dosáhla Malta, Rumunsko a Belgie. 12 členských států EU vykazovalo relativní decoupling. Specifický případ relativního decouplingu byl v pozorován zase v Řecku, kde klesal HDP i emise GHG. HDP poklesl v Řecku v důsledku nepříznivé ekonomické situace. V 5 státech byl pozorován coupling.

Vývoj ekonomik a ŽP členských států EU, se v dlouhodobém období mění. Je nutné brát v úvahu nejen meziroční změny ale také velikost ekonomiky, počet obyvatel atd. Obecně lze očekávat, že vyspělé průmyslové země budou mít vysoké ekonomické aktivity, vyšší spotřebu materiálu a relativně pomalá tempa růstu v obou dimenzích. Rozvojové a rozvíjející se země by měly mít nižší ekonomický a materiální stav, ale vyšší míry růstu. Středně pokročilé země by měly vykazovat různé nesoulady mezi úrovní spotřeby a mírou růstu.

4.2 Hodnocení výsledků lineárních regresních modelů

Nejprve byla zvolena metodologická hlediska a vyhledána data pro analýzu. Dále byly analyzovány jednotlivé indikátory a časové řady, a nakonec provedeny lineární regresní analýzy. Základními indikátory regresního modelu byly DMC, GHG, HDP a POP.

4.2.1 Vliv ekonomiky a populace na domácí spotřebu materiálu

Pomocí lineárního regresního modelu byl v předchozí podkapitole č. 3.3 vyšetřen vztah DMC na HDP a POP. Byla ověřena následující hypotéza: „Bude-li HDP růst, míra DMC se bude snižovat a zároveň se s růstem POP zvýší efektivnost využívání zdrojů“. Aby byly výsledky metody nejmenších čtverců co nejpřesnější a splňovaly předpoklady stanovené v podkapitole 2.4.2 musely být indikátory DMC a HDP převedeny na logaritmy. Tudíž jsou jejich hodnoty vyjádřeny v procentech. Indikátor populace byl převeden na růsty. U populace je měnová jednotka nezměněná. Pearsonův korelační koeficient je 0,572 a potvrzuje, že regresní model vyhovuje datům. R^2 v hodnotě 0,327 udává, jak velká by byla predikce (budoucí odhad). Protože je R^2 nízké, budoucí odhad by nebyl příliš spolehlivý. Ale i přesto potvrzuje existenci vztahu mezi proměnnými. S korelačním koeficientem R^2 musí být vnímány také regresní koeficienty β_2 a β_3 . Z hodnoty koeficientu β_2 vyplývá, že pokud vzroste HDP o 1 %, zároveň klesne DMC o 0,547 %. Z koeficientu β_3 plyne, že pokud se zvýší populace o 1 osobu, zvýší se DMC o 0,00000004519 %. Vliv POP na DMC není tedy příliš velký. Statistická verifikace potvrdila významnost regresních parametrů β i významnost modelu jako celku. Koeficienty β_2 i β_3 jsou statisticky významné na 15 % hladině významnosti a platí předpoklad, že model jako celek má na 15 % hladině významnosti smysl.

Tab. č. 4.7 Párová korelace a významnost modelu

		Ln DMC	Ln HDP	Lag POP
Ln DMC	Párová korelace	1	-0,439	0,274
	Významnost		0,068	0,272
	N	18	18	18
Ln HDP	Párová korelace	-0,439	1	0,194
	Významnost	0,068		0,441
	N	18	18	18
Lag POP	Párová korelace	0,274	0,194	1
	Významnost	0,272	0,441	
	N	18	18	18

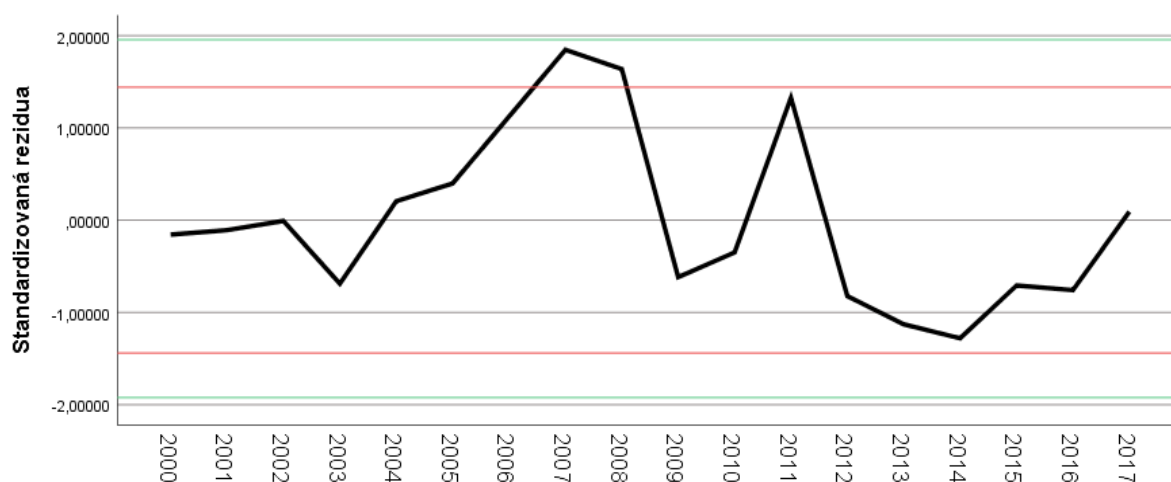
Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Tabulka č. 4.7 zobrazuje párovou korelaci modelu. Párové koeficienty potvrdily hypotézu, že s růstem HDP dochází ke snížení DMC. Z modelu je zřejmé, že s růstem POP roste také DMC. Z časových řad jednotlivých ukazatelů však vyplývá, že růst POP je

doprovázen poklesem DMC. To je možné vysvětlit tím, že jsou efektivněji využívány zdroje. Další příčinou může být neočekávaný pokles DMC, který byl způsobený ekonomickými šoky v období let 2008-2010 a 2011-2013.

Kompatibilitnost tohoto modelu s použitými daty, byla posouzena na základě sofistikovaných statistických testů, pomocí grafů a orientačně na základě velikosti koeficientu determinace. Autokorelace byla testována na základě Durbin-Watsonova testu a liniovým grafem standardizovaných reziduí.

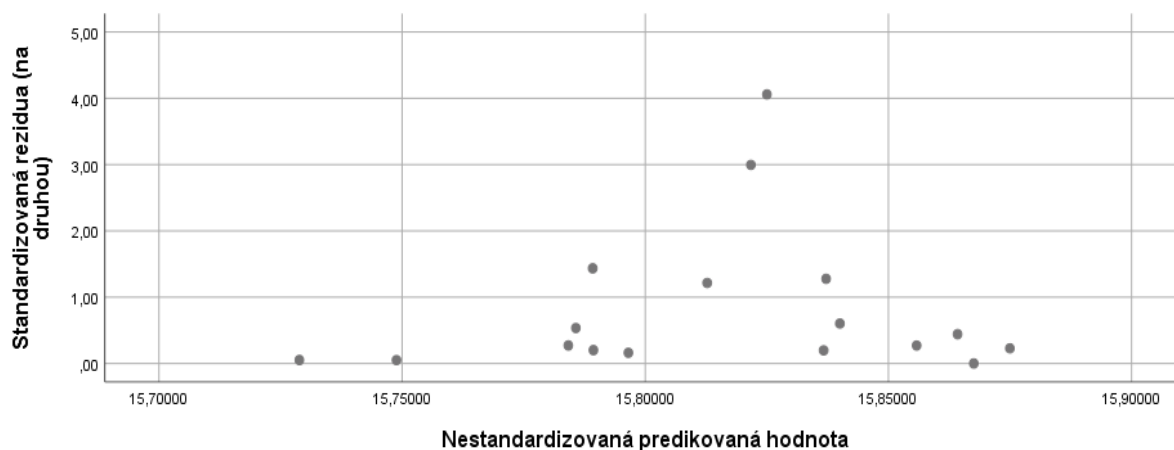
Graf č. 4.6 Sériová závislost reziduální složky



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

V grafu č. 4.6 standardizovaných reziduí jsou nad stanoveným konfidenčním intervalem $\pm 1,44$ pro 85 % pouze dvě hodnoty. Protože tyto 2 hodnoty ležící mimo interval tvoří 11,11 % z celkového počtu hodnot časové rady, není autokorelace 1. řádu v modelu významná na 15 % hladině významnosti. Je splněn předpoklad modelu, že náhodné složky jsou nekorelované. Vyjma autokorelace, by v modelu neměla existovat ani heteroskedasticita. Dle Whiteova obecného testu v modelu není ani heteroskedasticita. Tento test potvrdil předpoklad, že rozptyl náhodné chyby je konečný a konstantní. Přítomnost homoskedasticity potvrzuje graf konstantního rozptylu reziduálních složek č. 4.7.

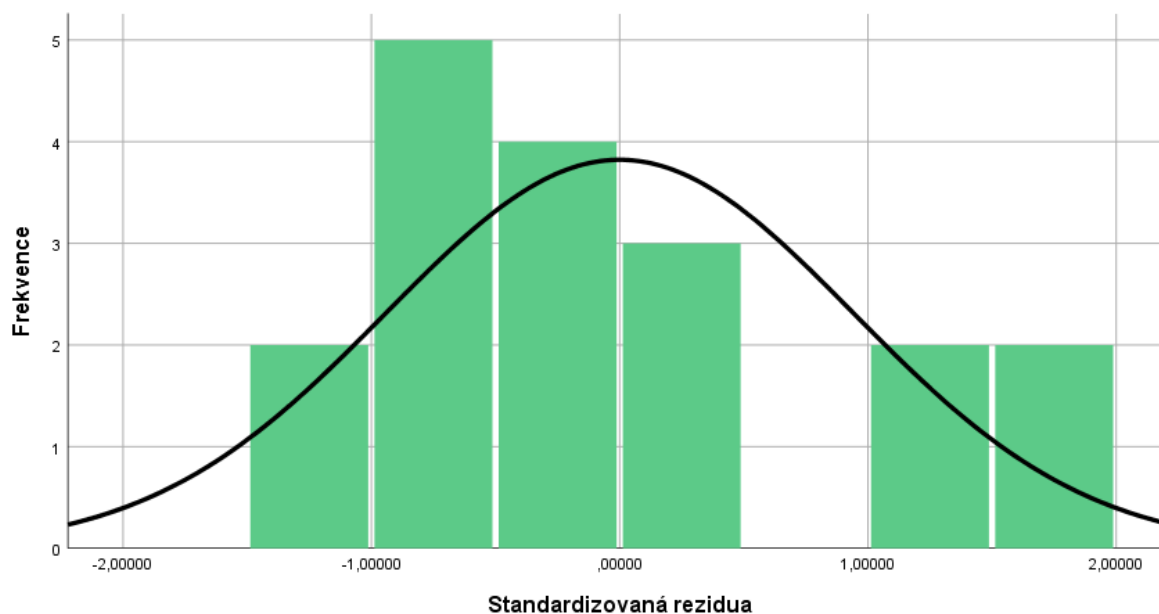
Graf č. 4.7 Konstantní rozptyl reziduálních složek



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Výpočtem F-testu a VIF se ukázalo, že v modelu na 15 % hladině významnosti, neexistuje multikolinearita. Tímto testem byl potvrzen předpoklad, že vysvětlující proměnné nejsou kolineární. Specifikace modelu, testována Ramsey Reset testem, potvrdila správnost specifikace modelu. Normalita reziduální složky, testována Jarquae-Bera testem, ověřila, že výběrové rozdělení náhodné složky pochází z normálního rozdělení. To bylo ověřeno i vytvořením grafu č. 4.8.

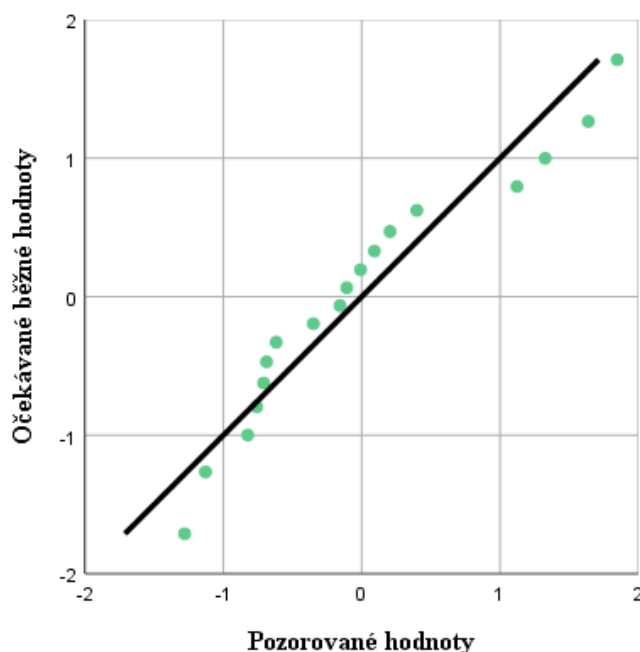
Graf č. 4.8 Histogram standardizovaných reziduí



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Graf č. 4.8 zobrazuje histogram standardizovaných reziduí, z jehož rozložení lze ověřit správnost Jarqueova-Berova testu. Histogram standardizovaných reziduí je pravostranně zešíkmený s poměrně nízkou špičkou. Z toho vyplývá, že hodnoty pochází z normálního rozdělení, protože histogram do jisté míry opisuje Gaussovu křivku a leží na přímce normálního rozložení.

Graf č. 4.9 Normalita reziduální složky, Q-Q plot



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Graf č. 4.9 vyobrazuje testování normality reziduí pomocí Q-Q plotu, který testuje citlivost odchylky v oblasti konců a porovnává teoretické a naměřené hodnoty. Model je dobře specifikován na hladině významnosti 15 %. Platí tvrzení, že má model jako celek smysl. Analýza dat tohoto modelu na makroekonomické úrovni potvrdila správnosti modelu z 15 %. Spojení DMC, HDP a POP je kointegrováno (probíhá paralelně), ale vztah mezi GHG a HDP je mnohem silnější. HDP má velký vliv na DMC. S růstem HDP dochází ke snižování DMC, a proto je možné mezi těmito proměnnými potvrdit i existenci decouplingu. Díky technologickým možnostem může být dlouhodobě stabilní korelace mezi ekonomikou a využitím zdrojů. Nicméně krátkodobé výkyvy HDP mohou vést k výrazné změně DMC.

4.2.2 Vliv ekonomiky a populace na emise skleníkových plynů

V podkapitole č. 3.4 byla vypočítána závislost emisí GHG na HDP a populaci a byla ověřena následující hypotéza: „Bude-li se HDP zvyšovat, sníží se emise GHG, a zároveň se s růstem POP zvýší efektivita při omezování GHG.“ Aby nedošlo k porušení předpokladů

pro lineární regresní model definovaných v kapitole 2.4.2 musel být indikátor GHG a HDP převeden na logaritmy, a tudíž je hodnota těchto indikátorů vyjádřena v procentech. Indikátor populace byl převeden na růsty. Měnová jednotka u populace je nezměněná. Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu je 0,779. Lineární regresní model tedy vyhovuje datům. R^2 je 0,607. Regresní koeficienty β_2 a β_3 dosahují hodnot -0,983 a 0,00000004149, z čehož vyplývá, že pokud vzroste HDP o 1 % zároveň klesne GHG o 0,983 %, a jestliže se zvýší populace o 1 osobu, zvýší se GHG o 0,00000004149 %. Vliv POP na GHG není tak velký jako vliv HDP na GHG. Statistická verifikace potvrdila významnost regresních parametrů β i významnost modelu jako celku. Koeficienty β_2 i β_3 jsou statisticky významné na 20 % hladině významnosti a platí předpoklad, že model jako celek má smysl na 20 % hladině významnosti.

Tab. č. 4.8 Párová korelace a významnost modelu

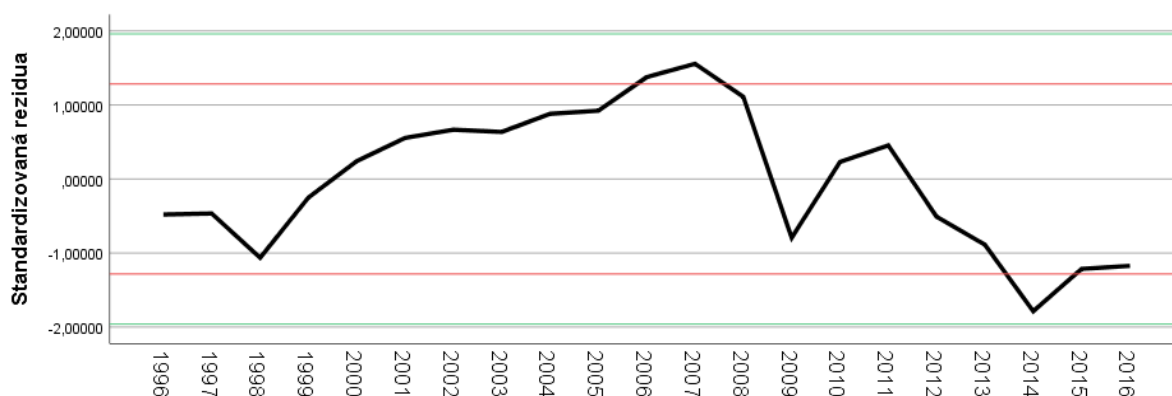
		Ln GHG	Ln HDP	Lag POP
Ln GHG	Párová korelace	1	-0,733	0,023
	Významnost		0,000	0,920
	N	21	21	21
Ln HDP	Párová korelace	-0,733	1	0,247
	Významnost	0,000		0,280
	N	21	21	21
Lag POP	Párová korelace	0,023	0,194	1
	Významnost	0,920	0,280	
	N	21	21	21

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Tabulka č. 4.8 zobrazuje párovou korelaci modelu. Párové koeficienty potvrzují hypotézu, že s růstem HDP klesají GHG. Mezi těmito veličinami existuje velmi silný vztah. Vztah mezi POP a GHG je téměř nulový. To vysvětluje, proč se reálné hodnoty liší od hodnot vypočítaných modelem. Ve skutečnosti roste populace a zároveň se snižují GHG, a proto se zvyšuje efektivita při snižování emisí v EU.

Kompatibilitnost tohoto modelu s použitými daty byla posouzena na základě sofistikovaných statistických testů, pomocí grafů a orientačně na základě velikosti koeficientu determinace. Autokorelace byla testována na základě Durbin-Watsonova testu a liniovým grafem standardizovaných reziduí.

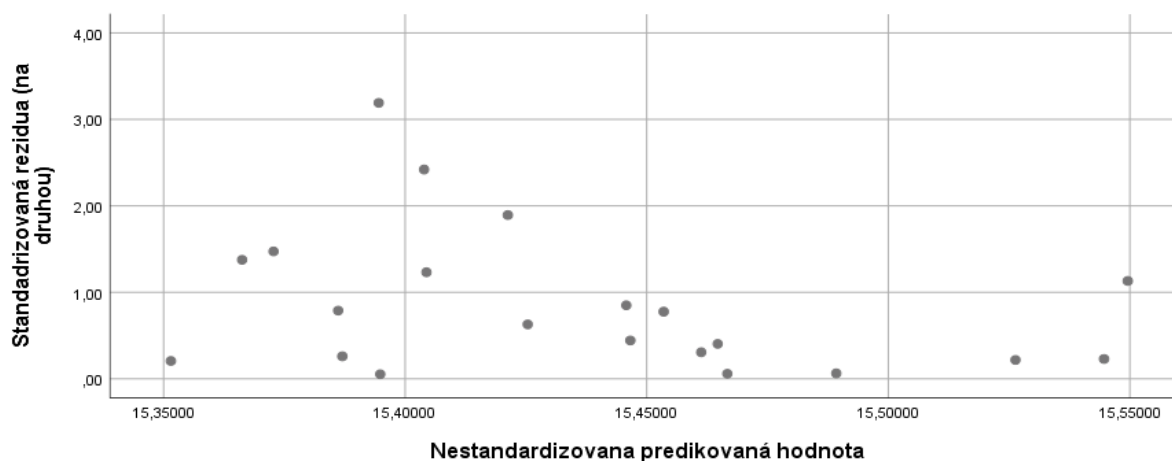
Graf č. 4.10 Sériová závislost reziduální složky modelu



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Graf č. 4.10 zobrazuje standardizovaná rezidua. Nad stanoveným konfidenčním intervalem $\pm 1,282$ pro 80 % jsou pouze čtyři hodnoty. Tyto 4 hodnoty, mimo konfidenční interval, tvoří 19,05 % z celkového počtu hodnot. Protože je tento model řešen na hladině významnosti 20 %, není autokorelace 1. řádu v modelu příliš významná, přestože DW-test autokorelaci 1. řádu potvrdil. Autokorelace již byla zmírněna při převodu původního modelu na logaritmy a růsty. Další způsoby odstranění autokorelace ji nezmírnily. Je splněn předpoklad modelu, že náhodné složky jsou nekorelované, ale odhad parametrů není obecně nejlepší mezi nestrannými lineárními odhady parametů (Cipra, 2013).

Graf č. 4.11 Konstantní rozptyl reziduálních složek

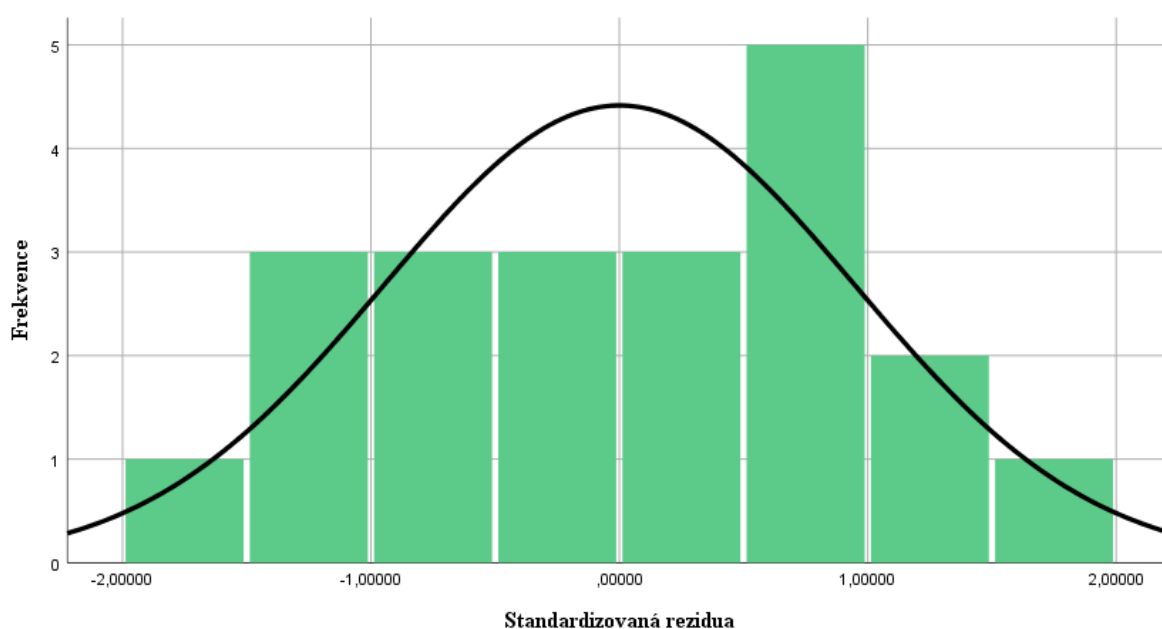


Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Graf č. 4.11 zobrazuje heteroskedasticitu (v grafu – zužující problém). Možné způsoby odstranění heteroskedasticity ji z modelu neodstranily. Vzhledem k malému počtu pozorování nelze považovat tento ukazatel za spolehlivý. Vyjma heteroskedasticity je v tomto modelu

i multikolinearita. Faktor změny multikolinearity VIF je 1,338. To znamená, že významnost multikolinearity je velmi nízká. Míra tolerance TOL_i , která vyšla 0,753, je větší než 0,1 a indukuje velmi slabou multikolinearitu. Protože se příslušná korelovanost mezi vysvětlujícími proměnnými udržela stejná i v předpovědním horizontu, je možné mírnou multikolinearitu ignorovat. Jedním z dalších klíčových předpokladů úspěšného modelování ekonomických jevů je specifikace modelu, kdy musí být model lineární v parametrech.

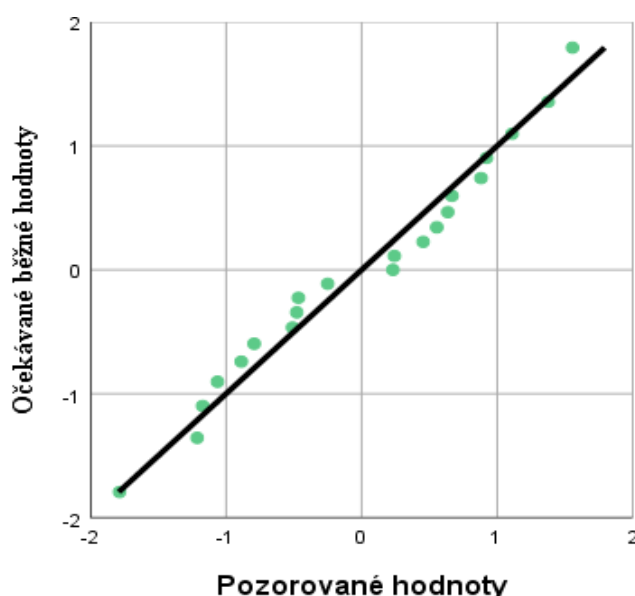
Graf č. 4.12 Histogram standardizovaných reziduí



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Graf č. 4.12 zobrazuje histogram standardizovaných reziduí, kde frekvence představují relativní četnosti. Histogram standardizovaných reziduí je levostranně zešíkmený s poměrně nízkou špičkou a dokazuje, že jsou rezidua rozložena normálně a požadavek na mnohonásobnou normalitu není porušen.

Graf č. 4.13 Normalita reziduální složky, Q-Q plot



Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Graf č. 4.13 zobrazuje testování normality reziduí pomocí Q-Q plotu, který testuje citlivost odchylky v oblasti konců a porovnává teoretické a naměřené hodnoty. Specifikace modelu potvrdila správnost modelu. Model je správně specifikován na hladině významnosti 20 %. Na 20 % hladině významnosti je potvrzen také předpoklad, že výběrové rozdělení náhodné složky pochází z normálního rozložení. Je možno potvrdit, že má model jako celek smysl. Přestože dochází k mírnému porušení některých předpokladů, vymezených v podkapitole 2.2.1, pro model lineární regrese, analýza dat tohoto modelu na makroekonomické úrovni potvrdila správnosti modelu z 80 %. Spojení GHG, HDP a POP je kointegrováno (probíhá paralelně), ale vztah mezi GHG a HDP je mnohem silnější. HDP má velký vliv na GHG. S růstem HDP dochází ke snižování GHG, a proto je možné mezi těmito proměnnými potvrdit i existenci decouplingu.

4.3 Doporučení pro Evropskou unii k přiblížení se trajektorii udržitelného rozvoje

Udržitelný rozvoj je koncepce, která se stále vyvíjí. Do implementace udržitelného rozvoje je zapojena i široká veřejnost, protože zapojení veřejnosti do udržitelného rozvoje přináší nové pohledy a nová řešení. Cílem EU je umožnit zlepšování životní úrovně a kvality života bez obětování základny přírodních zdrojů. Představitelé EU se snaží o nízkouhlíkovou, zelenou a konkurenceschopnou ekonomiku, která využívá efektivitu zdrojů. EU a její členské státy se v rámci svých cílů, které směřují k udržitelnému rozvoji, zavázely ke snižování environmentálních dopadů prostřednictvím decouplingu mezi ekonomikou a ŽP. Jestliže by

byly ekonomické veličiny absolutně odděleny od environmentálních, výrazně by se snížily i environmentální dopady na ŽP, a došlo by ke zmírnění či odvrácení potenciálních environmentálních katastrof.

Z dlouhodobého hlediska dochází v EU k absolutnímu decouplingu, který byl potvrzen i lineárními regresními modely. V krátkém období byl pozorován i coupling, a to v období příprav a vstupu nových členských států do EU v roce 2004 v období světové hospodářské krize a krize eurozóny. V rámci ekonomických aktivit je stále nutné snižovat využití materiálových a energetických zdrojů a zároveň snižovat jejich dopady na ŽP jako je vyčerpání neobnovitelných zdrojů či změna klimatu.

Steinberger et al. (2013) ve svém článku s názvem „Vývoj a dematerializace: mezinárodní studie“ uvádí, že příčinou couplingu může být silná konvergence v ekonomické závislosti na zdrojích, která může souviset s nedostatečným vývojem technologií či výrobní a spotřební činnosti, které způsobují znečištění ŽP. Vysoká míra růstu ekonomiky spolu s velmi rychlým průmyslovým rozvojem by mohla vést k absolutní dematerializaci a dekarbonizaci ekonomiky. EU a její členské státy by měly usilovat o posuny ve struktuře výroby a spotřeby, zvyšovat technickou kapacitu, která vede k efektivnějšímu využívání zdrojů, zaměřit se také na přebytečné zdroje a ekonomické preference pro outsourcing pracovní síly.

Růst environmentálních dopadů spolu s ekonomickým růstem vyvolaly řadu diskuzí, k udržitelnému rozvoji. Dlouhodobý rámec pro všechny aktivity, které vedou k dosažení udržitelného rozvoje, vytváří EU SDS. Na tuto strategii navazuje krátkodobá dynamičtější strategie Evropa 2020, která je významným milníkem i pro klimatické cíle a 7. EAP¹⁷. Důležitým krokem k udržitelnému rozvoji je také přechod na kruhovou ekonomiku¹⁸, která je založená na efektivním využívání zdrojů. Opatření navržená v rámci kruhové ekonomiky prospějí ŽP i ekonomice. Zvýší se míra recyklace, opětovné využívání zdrojů a velký důraz je kladen i na trh s odpady. V roce 2015 přijala Evropská komise Akční plán kruhové ekonomiky, který obsahuje opatření, jež pomohou stimulovat přechod Evropy ke kruhové ekonomice, posílit globální konkurenceschopnost, podpořit udržitelný hospodářský růst a vytvořit nová pracovní místa. Akční plán zavádí konkrétní a ambiciózní akční program s opatřeními pokrývajícími celý ekonomický cyklus, a to od výroby a spotřeby až po trh s druhotnými surovinami a revidovaný legislativní návrh o odpadech. V lednu 2018 přijala Evropská komise

¹⁷ Tyto významné strategie EU jsou popsány v podkapitole 2.3.

¹⁸ Kruhová ekonomika je popsána v podkapitole 2.5.

Strategii pro plasty v kruhové ekonomice. Do roku 2030 by měly být dle této strategie všechny plasty recyklovatelné (Evropská komise, 2018). Tento přechod je finančně podporován prostřednictvím evropských strukturálních a investičních fondů, programu Horizont 2020 a Evropského fondu pro strategické investice (Eurostat, 2018).

Díky programu Horizont 2020, který je považován za největší mezinárodní výzkumný program na světě, je EU na předním místě v oblasti inovací, které jsou klíčové pro prohlubování decouplingu. To dokládá i vůdčí úloha EU při zpracovávání a přijímání Pařížské dohody o změně klimatu a přijetí cílů udržitelného rozvoje pro rok 2030 Organizací spojených národů. Tento vliv posiluje úzká spolupráce EU s NATO a aktivní role EU v Radě Evropy.

Ne všem státům EU se úspěšně daří dlouhodobě oddělovat ekonomiku od ŽP. To může být spojeno např. s historickým vývojem a událostmi v jednotlivých členských státech, se strukturou ekonomiky a podnikání, s počtem obyvatel, přírodním bohatstvím, vývojem technologií atd. Z analýzy vyplývá, že couplingu dosahují spíše státy s vysokou mírou růstu ekonomik (v dlouhém období Rumunsko), a naopak decouplingu často dosahují státy s nižší mírou růstu ekonomik (např. Belgie, Česká republika, Itálie, Francie, Velká Británie).

V dlouhodobém horizontu mají méně rozvinuté státy výrazně větší materiálně-ekonomické vazby než vyspělé industrializované státy. Absolutní dematerializace omezuje míru ekonomického růstu, zatímco úspěšné industrializace v méně rozvinutých zemích vyžadují nevyhnutelně silnou materiálovou složku. Kdyby se snížila absolutní úroveň spotřeby v méně rozvinutých státech, mohlo by dojít k omezení zátěže zdrojů na ekonomický i lidský rozvoj.

Do skupiny členských zemí, které dosahují absolutního decouplingu mezi HDP a DMC měřeného v období 2000-2017, patří spíše státy s vyšší hodnotou HDP na obyvatele a s vyššími hodnotami DMC. Procentní nárůst hodnoty HDP je ve státech, které dosahují absolutního decouplingu, nižší než u států s relativním decouplingem nebo couplingem. Státy, ve kterých dochází k absolutnímu decouplingu, jsou: Belgie, Česká republika, Dánsko Německo, Irsko, Španělsko, Francie, Itálie, Kypr, Nizozemsko, Rakousko, Portugalsko, Slovinsko a Velká Británie. K relativnímu decouplingu dochází v Bulharsku, Estonsku, Chorvatsku, Lotyšsku, Litvě, Lucembursku, Maďarsku, Maltě, Polsku, Slovensku, Finsku a Švédsku. Decouplingu nebylo dosaženo pouze v Rumunsku. Rumunsko je méně rozvinutá země, kde dochází k ekonomickým strukturálním reformám, které jsou doprovázeny zvýšenými dopady na ŽP. Speciálním případem je Řecko, kde míra růstu HDP i DMC, oproti roku 2000, klesla. V tabulce

č. 4.12 jsou zobrazeny průměrné hodnoty států v závislosti na relativním či absolutním decouplingu. Státy s relativním, absolutním decouplingem a couplingem jsou zobrazeny v grafu č. 4.2.

Tab. č. 4.9 Průměrné hodnoty hrubého domácího produktu, produktivity zdrojů, a domácí spotřeby materiálu ve skupinách států dosahujících absolutního a relativního decouplingu

	HDP/obyv. (PPS, €)	Růst HDP (%)	Růst HDP (%)	RP (kg, PPS)	DMC/obyv. (t/obyv.)	Růst DMC (%)	Růst DMC (%)
Rok	2017	2016/2017	2000/2017	2017	2017	2016/2017	2000/2017
Státy s absolutním decouplingem (14)	32 166,70	3,10	34,36	2,42	14,75	4,31	-15,32
Státy s relativním decouplingem (12)	27 666,70	3,51	66,72	1,49	18,94	3,78	36,29

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Poznámka: Státy, které dosahují dlouhodobého absolutního decouplingu HDP od DMC jsou: Belgie, Česká republika, Dánsko, Německo, Irsko, Španělsko, Francie, Itálie, Kypr, Nizozemsko, Rakousko, Portugalsko, Slovinsko, Velká Británie. Státy, které dosahují dlouhodobého relativního (nepříznivého) decouplingu HDP od DMC jsou: Bulharsko, Estonsko, Chorvatsko, Lotyšsko, Litva, Lucembursko, Maďarsko, Malta, Polsko, Slovensko, Finsko, Švédsko.

V tabulce č. 4.9 jsou znázorněné rozdíly konkrétních veličin mezi státy s absolutním a relativním decouplingem. Státy, které dosáhly absolutního decouplingu, mají vyšší HDP/obyv., ale nižší růst HDP než státy s relativním decouplingem. V roce 2017 je DMC/obyv. ve státech s absolutním decouplingem nižší. DMC mezi roky 2000 a 2017 poklesla.

RP v PPS v EU od roku 2000 rostla. Velký pokles DMC, který nastal mezi lety 2008-2013, byl silně ovlivněn hospodářskou krizí. V souvislosti s decouplingem DMC a HDP se v EU neprojevovala významná transformace směrem k udržitelnému zlepšování účinnosti zdrojů. Kromě toho se suroviny staly součástí rostoucího objemu dovozů meziproductů a finálních výrobků. DMC nebere v úvahu „skryté“ materiální toky dovážených a vyvážенých výrobků, proto mohou být pokroky EU v oblasti účinného využívání zdrojů nadhodnoceny z důvodu dovozně náročného charakteru ekonomiky. A je diskutabilní, zda skutečně došlo k posunu směrem k udržitelnějším modelům spotřeby a výroby. To platí zejména

pro materiálové využití a v menší míře i pro konečnou spotřebu energie a elektřiny. Zaměření by se mělo posunout ke zlepšení účinnosti využívání zdrojů a energie a k restrukturalizaci ekonomik směrem k vyšší produkci při stejném množství zdrojů a energie. To je důležité s ohledem na rostoucí počet obyvatel. Pro analýzu byly použity pouze produkční indikátory, které měří množství spotřebovaných materiálů a vyprodukovaných emisí v dané geopolitické oblasti. Tyto indikátory však neberou ohled na spotřebované množství statků, dovezené z jiných států, díky jejichž výrobě roste těmto státům množství spotřebovaného materiálu a vyprodukovaných emisí. Pro tento účel vznikly spotřební (stopové) indikátory, které měří dopady zemí na jednotlivé zdroje.

V oblasti změny klimatu dosahuje EU od roku 2000 pokroku ve snižování GHG. Pro zmírnění klimatických změn je velmi důležité snížení GHG vznikající převážně v důsledku lidské činnosti. Z důvodu omezování změny klimatu EU přechází k méně náročným energetickým systémům s nižšími GHG. Dalším náznakem pokroku v oblasti zmírňování změny klimatu je rostoucí podíl energie z obnovitelných zdrojů na spotřebě energie a zvýšení energetické účinnosti v domácnostech, průmyslu, odvětví dopravy a samotném energetickém sektoru (Eurostat, 2018).

Téměř ve všech členských státech EU je pozorován decoupling HDP od GHG v období 2000-2016. Pokles HDP nastel pouze v Řecku z důvodu světové hospodářské krize a krize eurozóny, která měla na Řecko mnohem silnější dopady, než na ostatní členské státy EU. Relativního decouplingu dosahuje Estonsko, Kypr, Lotyšsko, Litva, Lucembursko a Polsko. Státy, ve kterých dochází k relativnímu decouplingu, vyjma Polska, patří v rámci EU mezi menší státy s nižší úrovní HDP/obyv. a velmi nízkou mírou celkových emisí GHG. Polsko je tedy výjimkou, jehož HDP/obyv. je relativně nízký (ve srovnání s průměrem EU), ale celkové emise GHG i GHG/obyv. jsou velmi vysoké. Představitelé Polska však na summitu OSN o změně klimatu v Katovicích (24. COP), které se konalo v prosinci 2018, zdůraznili, že na prvním místě je pro ně těžba uhlí. Nebrání však procesu řešení klimatických změn. Představitelé Polska jsou navíc jedni z vůdců tohoto procesu a politika v oblasti klimatu je pro ně velmi důležitá. Dobrým příkladem jeho zapojení do této oblasti je plnění závazků podle Kjótského protokolu. Polsko snížilo své emise CO₂ o 32 % namísto požadovaných 6 % a zároveň dosahovalo ekonomického růstu (UNFCCC, 2018). V ostatních členských státech EU je decoupling absolutní.

Tab. č. 4.10 Průměrné hodnoty hrubého domácího produktu a emisí skleníkových plynů ve skupinách států dosahujících absolutního a relativního decouplingu

	HDP/obyv. (PPS, €)	Růst HDP (%)	Růst HDP (%)	HDP/GHG	Růst GHG (%)	Růst GHG (%)
Rok	2016	2015/2016	2000/2016	2016	2015/2016	2000/2016
Státy s absolutním decouplingem (21)	28 252,38	2,77	38,89	2,42	-0,26	-15,21
Státy s relativním decouplingem (6)	29 816,67	3,03	66,38	1,49	2,80	7,38

Zdroj: Eurostat (2018). Vlastní zpracování

Státy, které dosahují dlouhodobého absolutního decouplingu HDP od emisí GHG jsou: Belgie, Bulharsko, Česká republika, Dánsko, Německo, Irsko, Španělsko, Francie, Chorvatsko, Itálie, Maďarsko, Malta, Nizozemsko, Rakousko, Portugalsko, Rumunsko, Slovinsko, Slovensko, Finsko, Švédsko, Velká Británie. Státy, které dosahují dlouhodobého relativního (nepříznivého) decouplingu HDP od DMC jsou: Estonsko, Kypr, Lotyšsko, Litva, Lucembursko, Polsko.

V tabulce č. 4.10 jsou zobrazeny rozdíly veličin mezi státy s absolutním a relativním decouplingem HDP a GHG. Státy s relativním, absolutním decouplingem a couplingem jsou zobrazeny také v grafu č. 4.4. Ve státech, jež dosáhly absolutního decouplingu, je HDP/obyv. nižší než ve státech s relativním decouplingem. Meziroční růst HPD v letech 2015-2016 je také nižší ve státech absolutním decouplingem.

Pokles emisí po roce 2000 byl do značné míry způsoben transformací energetického sektoru, zejména zisky v oblasti energetické účinnosti a přechodem z ropy a uhlí na zemní plyn a obnovitelné zdroje. K tomu přispěl i pokles výroby a spotřeby energie. Snižování emisí GHG bylo ovlivněno i hospodářskou krizí, protože v některých zemích EU hospodářský pokles snižoval průmyslovou výrobu, objemy dopravy a energie. Významného snížení bylo dosaženo také v odvětví odpadů s využitím procesů zpracování odpadů s nižší uhlíkovou stopou¹⁹. V odvětví zemědělství přispěl v EU ke snížení emisí pokles počtu hospodářských zvířat a dusíkatých hnojiv. Pro budoucí redukci emisí bude potřeba zvyšovat energetickou účinnost, zejména proto, aby se zabránilo růstu poptávky po energii. EU by taktéž měla zpřísnit normy účinnosti pro automobily, budovy a další (Eurostat, 2015).

¹⁹ Uhlíková stopa je měřítkem dopadu lidské činnosti na životní prostředí a zejména na klimatické změny. Měří množství skleníkových plynů, které odpovídají určité aktivitě či výrobku.

Výzvou pro měření a analýzu udržitelného rozvoje a decouplingu do budoucna jsou stopové indikátory, jejichž cílem je identifikovat dopady zemí na jednotlivé zdroje. Stopový indikátor se počítá pomocí vstupů a výstupů (modelů Input-Output). Ekonomiky s vyšší spotřebou zanechávají stopy na státech, kde se spotřebováváný produkt vyrábí, tedy ve státech, kde je produkce vyšší než spotřeba. Klíčové stopové indikátory pro monitorování zdrojů vztahující se k analýze jsou uhlíkové a materiálové stopy. V EU sice emise GHG a DMC dlouhodobě klesají, ale v celosvětovém měřítku tyto indikátory rostou. To by mohlo být způsobeno relativně vysokou hodnotou stopových indikátorů v porovnání s ostatními zeměmi světa, které mají vyšší produkci a nižší spotřebu. Větší pozornost by měla být věnována i těmto indikátorům stop a neustále by se měly zlepšovat metodologie jejich výpočtu, aby tato oblast výzkumu dokázala posoudit udržitelnost na celém světě a přiblížit se směrem k udržitelnému rozvoji (Drastichová, 2018).

4.4 Shrnutí kapitoly hodnocení výsledků a doporučení pro udržitelný rozvoj

V této kapitole byl analyzován a vyhodnocen decoupling DMC a emisí GHG od HDP v EU a jejich členských státech. Analýza DMC, emisí GHG a HDP v převážné většině monitorovaného období potvrzuje existenci decouplingu.

Absolutní decoupling DMC i emisí GHG od HDP byl pozorován v EU v dlouhém období 2000-2017. Decoupling byl v EU analyzovaný také meziročně. Mezi indikátory DMC a HDP bylo v letech 2004 a 2011 dosaženo couplingu. Ke couplingu emisí GHG a HDP došlo v letech 2003 a 2010. Speciální případ decouplingu pro oba dva indikátory byl pozorován v letech 2009 a 2012. V těchto letech došlo k meziročnímu poklesu HDP. Podle monitorovací zprávy Eurostatu o pokroku při dosahování cílů udržitelného rozvoje v kontextu EU je tato situace chápána jako příznivý relativní decoupling (Eurostat, 2018). K poklesu HDP však došlo v důsledku hospodářských problémů a recese, a proto není vhodné považovat tento relativní decoupling za příznivý.

Ve 14 členských státech EU byl v období 2000-2017 pozorován absolutní decoupling DMC. Státy, ve kterých dochází k absolutnímu decouplingu, jsou v rámci EU vyspělejší státy s relativně vyšším počtem obyvatel, jako např. Německo, Francie, Španělsko, Portugalsko či Velká Británie. Ve 13 státech byl dosažen relativní decoupling. To jsou spíše státy relativně vysokým procentním růstem HDP, který je doprovázen také relativně vysokým růstem DMC, např. Litva, Slovensko, Lotyšsko, Polsko, Belgie či Estonsko. V Řecku docházelo k situaci,

kdy dlouhodobě klesal HDP v důsledku nepříznivé ekonomické situace, která je v této práci nazývána jako speciální případ relativního decouplingu.

Ve 21 členských státech EU bylo dosaženo absolutního decoupling HDP od emisí GHG. V 6 členských státech byl pozorován relativní decoupling. Státy, ve kterých dochází k decouplingu relativnímu, jsou v rámci EU spíše menší státy s nízkou úrovní HDP/obyv. a relativně nízkou mírou celkových emisí GHG. Výjimkou je Polsko, jehož HDP/obyv. je relativně nízké, ale celkové emise GHG i GHG/obyv. jsou velmi vysoké. Ke speciálnímu případu relativního decouplingu dochází opět v Řecku.

Na základě lineárních regresních modelů konstruovaných v podkapitolách 3.3 a 3.4 byl v této kapitole posouzen také vliv ekonomiky a POP na DMC a emise GHG v EU. Analýzy potvrdily hypotézu, že s růstem HDP dochází ke snížení DMC a emisí GHG, a že mezi těmito veličinami existuje silný vztah. Dle modelu by měl být růst POP doprovázen také růstem DMC a emisemi GHG. Z časových řad jednotlivých ukazatelů však vyplynulo, že když roste POP, klesá DMC i emise GHG. To je možné vysvětlit tím, že jsou efektivněji využívány zdroje a dochází k efektivnímu snižování emisí GHG. Příčinou poklesu DMC můžou být i ekonomické šoky v období let 2008-2010 a 2011-2013. Mezi POP a DMC je existující vztah poměrně nevýznamný. Vztah mezi POP a emisemi GHG je téměř nulový.

Výzvou pro měření a analýzu udržitelného rozvoje a decouplingu do budoucna jsou stopové indikátory, které měří dopady zemí na jednotlivé zdroje a poukazuje na spotřebu obyvatel v dané zemi. Produkční indikátory měří pouze množství spotřebovaných materiálů a vyprodukovaných emisí v dané geopolitické oblasti, a to není pro budoucí vývoj dostačující. Proto by měla být věnovaná větší pozornost i indikátorům stopovým. Měly by se zlepšovat metodologie jejich výpočtu, aby tato oblast výzkumu dokázala posoudit udržitelnost na celém světě a přiblížit se směrem k udržitelnému rozvoji.

5 Závěr

V důsledku zhoršujícího se stavu ŽP vzrostlo v 70. a 80. letech povědomí veřejnosti, že exponenciální nárůst výroby a spotřeby v ohraničeném ekosystému Země, není dlouhodobě udržitelný. S rozvojem ekonomických aktivit také narůstaly i zásahy člověka do ŽP. Proto státy začaly vytvářet nové koncepce na celosvětové i mezinárodní úrovni (i nižších úrovních), které vedou ke snižování globálních hrozeb, jako je např. vyčerpateľnost přírodních zdrojů nebo klimatická změna. Řada zemí začala aktivněji usilovat o ochranu ŽP a do popředí se dostal koncept udržitelného rozvoje.

Z přezkoumání teorie vyplývá, že za účelem dosažení udržitelného rozvoje se státy snaží vytvářet podmínky pro hospodářský rozvoj a současně brát ohled na ŽP a sociální aspekty. Dle Strategie zachování světa (IUCN at al., 1980) je možné dosáhnout udržitelného rozvoje a zachování přírodního bohatství zvýšením efektivity při využívání zdrojů, zachováním kapacit ekosystémů a zohledněním potřeb budoucích generací. Nejvýznamnější definice udržitelného rozvoje chápe udržitelný rozvoj jako uspokojování potřeb současné generace tak, aniž by byly ohroženy potřeby budoucích generací (WCED, 1987). Dlouhodobý rámec pro všechny aktivity, které přispívají k dosažení udržitelného rozvoje, vytváří strategie udržitelného rozvoje přijatá pro EU v roce 2001 a revidovaná v roce 2006. Na tuto strategii navazuje krátkodobá dynamičtější strategie Evropa 2020 a 7. EAP. Pro dosažení udržitelného rozvoje v EU byly vytvořeny nástroje k monitorování stavu udržitelného rozvoje, vypracovány plány a programy na ochranu ŽP, zvýšilo se povědomí veřejnosti o negativním dopadu využívání zdrojů a začaly vznikat koncepce, které omezují dopad populace na ŽP a udržitelný rozvoj. Významnou koncepcí je decoupling, který představuje rozdělení trendů – oddělení ŽP a ekonomiky.

Cílem práce bylo odhalit, zda v EU a jednotlivých členských státech dochází k decouplingu emisí skleníkových plynů a domácí spotřeby materiálu od hrubého domácího produktu. Oba indikátory byly sledovány v rámci indikátorů EU SDG. Na základě srovnání relativních změn vybraných veličin bylo zjišťováno, zda došlo ke couplingu, relativnímu nebo absolutnímu decouplingu. V práci byly zkonstruované ekonometrické lineární regresní modely, které se zaměřují na souvislosti mezi ekonomickou teorií a realitou a slouží pro kvantitativní popis vztahů mezi veličinami. Decoupling DMC byl zkoumáný pomocí indikátoru produktivity zdrojů, a odhalený pomocí změn HDP a DMC. Pro zkoumání decouplingu emisí GHG musel být decouplingový indikátor vypočítán jako podíl HDP a emisí GHG.

Analýza vývoje DMC, emisí GHG a HDP potvrdila, že v EU dochází v dlouhém období (od roku 2000) k decouplingu. V krátkodobém období (meziročním) byl pozorován i coupling a speciální případ relativního decouplingu, a to v období příprav a vstupu nových členských států do EU v roce 2004 a v období světové hospodářské krize i krize eurozóny. EU jako celek usiluje o přiblížení se trajektorii udržitelného rozvoje relativně úspěšně. Ne všechny státy EU však dosahují decouplingu. To může být spojeno např. s historickými událostmi v jednotlivých členských státech, se strukturou ekonomiky a podnikání, s počtem obyvatel, přírodním bohatstvím nebo vývojem technologií.

V úvodu (kapitole č. 1) byla stanovena tato hypotéza: „Domácí spotřeba materiálu a emise skleníkových plynů jsou v Evropské unii ovlivněny hrubým domácím produktem a populací. S růstem HDP klesá DMC i emise GHG. Současně se růstem POP zvyšuje efektivnost při využívání zdrojů a snižování emisí“.

Ekonometrickým modelem konstruovaným v kapitole 3.4 byla potvrzena hypotéza, že v EU s růstem HDP klesají emise GHG a současně se s růstem POP zvyšuje efektivnost snižování emisí. Byla tedy potvrzena i existence decouplingu HDP od emisí GHG. Představitelé EU si v roce 1990 stanovili za cíl dosáhnout absolutního oddělení emisí GHG od HDP. Hnacím motorem byl v 90. letech přechod z uhlí na zemní plyn v energetické oblasti. Silný růst výroby energie z obnovitelných zdrojů přispěl ke snížení emisí v letech 2000-2017. Stálý pokles emisí byl možný díky účinným režimům podpory, snižujícím se nákladům a nižší spotřebě energie, která statisticky zvyšuje podíl obnovitelných zdrojů energie. Snižování emisí GHG bylo podpořeno i hospodářskou krizí, protože v některých zemích EU hospodářský pokles vedl ke snížení průmyslové výroby, objemů dopravy a energie. Další pokles emisí bude vyžadovat zvyšování energetické účinnosti, zejména proto, aby se zabránilo zvyšování poptávky po energii. Doporučením vyplývajícím z analýz je, aby představitelé EU zpřísnily normy účinnosti pro automobily, budovy a další.

Lineární regresní analýza v kapitole 3.3 potvrdila hypotézu, že v EU s růstem HDP dochází ke snížení DMC a současně roste POP a zvyšuje se efektivnost při využívání zdrojů. DMC však nebere v úvahu „skryté“ materiální toky v dovážených a vyvážených výrobcích, proto mohou být pokroky EU v oblasti účinného využívání zdrojů nadhodnoceny z důvodu dovozně náročného charakteru ekonomiky. DMC i emise GHG jako produkční indikátory také neberou ohled na spotřebované množství statků, dovezené z jiných států, díky jejichž výrobě roste těmto státům množství spotřebovaného materiálu a vyprodukovaných emisí. Pro tento účel vznikly spotřební (stopové) indikátory, které měří dopady zemí na jednotlivé zdroje.

Proto se domnívám, že výzvou pro měření a analýzu udržitelného rozvoje a decouplingu do budoucna jsou právě stopové indikátory. Měla být jim věnována větší pozornost a měly by se zlepšovat metodologie jejich výpočtu, aby tato oblast výzkumu dokázala posoudit udržitelnost na celém světě a přiblížit se směrem k udržitelnému rozvoji.

Udržitelné modely výroby a spotřeby jsou založené na efektivním využívání zdrojů, respektují omezení zdrojů a snižují tlaky na ŽP. Míra využívání zdrojů má relevantní důsledky pro dnešní prosperitu a trvalé účinky na budoucí generace. Díky vyšší energetické účinnosti by však spotřebitelé mohli investovat do nákupu jiných produktů, k jejichž výrobě je potřeba spotřebovávat další energii a došlo by k Rebound efektu či Jevonsovu paradoxu. Je proto důležité, aby EU oddělila hospodářský růst a životní úroveň od využívání zdrojů a dalších případných negativních dopadů na ŽP.

Seznam použité literatury

Odborné knihy a články

- [1] ACOT, Pascal. *Historie a změny klimatu. Od velkého třesku ke klimatickým katastrofám*. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2005. ISBN 80-246-0869-3.
- [2] ANDERSON, A. David. *Environmental Economics and Natural Resource Management*. 4th ed. New Yourk: Taylor & Francis.
- [3] BOCK, Matthias. *Příručka hodnocení životního prostředí: přístupy, prostředky a postupy*. Praha: CENIA, 2008. ISBN 978-80-85087-65-9.
- [4] CASCIO, F. Wayne. *Managing Human Resources: Productivity, Quality of Work Life, Profits*. New York: McGraw-Hill Book, 1986. ISBN 0-07-010302-X.
- [5] CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. 2. vyd. Praha: Ekopress, s. r. o. 2013. ISBN 978-80-86929-93-4.
- [6] ČAMROVÁ, Lenka. *Ekonomie životního prostředí – nepřátelé či spojenci?*. Praha: Alfa Publishing a Liberální institut, 2007. ISBN 978-80-86851-69-3.
- [7] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Vybrané účty životního prostředí v České republice na makroekonomické úrovni*. Praha, 2006. ISBN 80-250-1153-4.
- [8] DRASTICHOVÁ, Magdaléna. *The Theory and Measurent of Sustainable Development*. SAEI, vol. 52. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2018. ISBN 978-80-248-4171-7.
- [9] DVOŘÁK, Pavel a Jan MAREČEK. *Zákony o životním prostředí. (Komentář): Zákon o životním prostředí, Zákon o ovzduší, Zákon o odpadech*. Praha: SEVT, 1992. Komentované zákony (Frances). ISBN 80-7049-046-2.
- [10] EUROSTAT. *Sustainable development in the European Union. 2015 monitoring report of the EU. Sustainable Development Strategy*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2015. ISBN 978-92-79-49391-1.
- [11] EUROSTAT. *Sustainable development in the European Union. Monitoring report on progress. Towards the SDGs in an EU context*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018. ISBN 978-92-79-88745-1.
- [12] FIELD, Barry and Martha FIELD. *Environmental Econimics an Introduction*. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2009. ISBN: 987-0-07-337576-2.

- [13] FISCHER-KOWALSKI, M., SWILLING, M., von WEIZSÄCKER, E.U., Ren, Y., MORIGUCHI, Y., CRANE, W., KRAUSMANN, F., EISENMENGER, N., GILJUM, S., HENNICKE, P., ROMERO LANKAO, P., SIRIBAN MANALANG, A. *Decoupling Natural Resource Use And Environmental Impacts From Economic Growth*. United Nations Environment Programme, 2011. DTI/1388/PA. ISBN: 978-92-807-3167-5.
- [14] GREENE, H. William. *Econometric Analysis*. 5th. ed. New York: Pearson, Pentice Hall, 2008. ISBN 9780135137406.
- [15] GUJARATI, N. Damodar. *Basic Econometrics*. 4th Ed. Singapore: McGraw-Hill, 2003. ISBN 0-07-233542-4.
- [16] HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování. Klasické přístupy s aplikacemi*. Praha: Professional Publishing, 2012. ISBN 978-80-7431-088-1.
- [17] HEWETT, Jonathan. *European Environmental Almanac*. London: Earthscan Publications Limited, 1995. ISBN 1 8538 143 3.
- [18] HUŠEK, Roman. *Ekonometrická analýza*. Praha, 2007. ISBN 978-80-245-1300-3.
- [19] HUTCHINSON Emma and Sari KOVATS. *Environment, Health and Sustainable Development*. 2nd ed. London: Open University Press, 2016. ISBN 978-0-33-524537-6.
- [20] INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES. *Word Conservation Strategy*. IUCN-UNEP-WWF, 1980. ISBN 2-88032-104-2.
- [21] JEWONS, S. William. *The Coal Question. An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal-Mines by William Stanley Jevons*. 2nd. ed. London: Macmillan and Co.
- [22] JOHANISOVÁ, Naděžda a Eva FRAŇKOVÁ. Ekonomický růst a jeho environmentální a sociální souvislosti. *Geografické rozhledy*, Praha: Česká geografická společnost, 2012, roč. 22, č. 1, s. 6-8. ISSN 1210-3004
- [23] JUREČKA, Václav. *Makroekonomie*. 3. vyd. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0251-8.
- [24] KOČÍ, Vladimír. *Environmentální dopady: posuzování životního cyklu*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2013. ISBN 978-80-7080-858-0.
- [25] KOČÍKOVÁ, Pavla. *Evropská unie a životní prostředí*. Ostrava: MONTANEX, a.s., 1998. ISBN 80-85780-98-4.

- [26] KOSE, M. Ayhan., Christopher OTROK and Eswar PRASAD. *Global business cycles: convergence or decoupling?*. Washington, D.C.: International Monetary Fund, 2008. IMF working paper, 8/143.
- [27] KRBALOVÁ, Maria. *Posuzování vlivu na životní prostředí při konstrukci výrobních strojů z pohledu emise vybraných skleníkových plynů: Assesment of the environmental impact in the design of production machines in terms of greenhouse gas emissions of selected*. Thesis. Brno: Vysoké učení technické, 2016. ISBN 978-80-214-5426-2.
- [28] MEZŘICKÝ, Václav. *Environmentální politika a udržitelný rozvoj*. Praha: Porták, s. r. o., 2005. ISBN 80-7367-003-8.
- [29] MUSIL, Petr. *Globální energetický problém a hospodářská politika se zaměřením na obnovitelné zdroje*. Praha: C. H. Beck, 2009. ISBN 978-80-1700-112-2.
- [30] NOVÁČEK, Pavel. *Udržitelný rozvoj*. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2514-6.
- [31] OECD. *Naše společná budoucnost: světová komise pro životní prostředí a rozvoj*. Praha: Academia, 1991. ISBN 80-85368-07-2.
- [32] SMITH, Michael H., Karlson HARGROVES a Cheryl DESHA. *Cents and sustainability: securing our common future by decoupling economic growth from environmental pressures*. Washington DC: Earthscan, 2010. ISBN 978-1844075294.
- [33] STAINBERGER, J.K, KRAUSMAN, F., GERZNER, M., SCHANDL, H. WEST J. *Develpepment and dematerialization: An international study*. 2013.
- [34] ŠAUER, P.: *Introduction to Environental Economics and Policy*, Praha: Nakladatelství a vydavatelství litomyšlského semináře, 2007. ISBN 978-80-86709-10-9.
- [35] ŠIMÍČKOVÁ, Marcella a Magdaléna DRASTICHOVÁ. *Ekonomie udržitelnosti – alternativní přístupy a perspektivy*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2013. ISBN 978-80-248-3286-9.

Elektronické dokumenty a ostatní zdroje

- [1] ASIO ČISTĚNÍ A ÚPRAVA VOD. *Ohlédnutí za semináři o průmyslových vodách* [online]. 19. 11. 2014. [cit. 1.5.2018]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/340.ohlédnutí-za-seminari-o-prumyslovych-vodach>
- [2] BŘEZOVÁ, Kateřina. *Zelená ekonomika je naše budoucnost*. In: *Idnes.cz* [online]. 07. 07. 2014 [cit. 13.4.2018]. Dostupné z: <https://brezova.blog.idnes.cz/blog.aspx?c=416580>

- [3] CENTRUM PRO OTÁZKY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ UK. *Trvale udržitelné využívání přírodních zdrojů a hospodaření s odpady* [online]. © 2003 Centrum pro otázky životního prostředí UK [cit. 1.5.2018]. Dostupné z: <https://www.czp.cuni.cz/knihovna/6EAP/6AP/6.htm>
- [4] CENTRUM PRO OTÁZKY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ UNIVERZITA KARLOVA. *Souhrn návrhu 6. EAP Evropské unie* [online]. © 2003 Centrum pro otázky životního prostředí UK [cit. 6.4.2018]. Dostupné z: https://www.czp.cuni.cz/knihovna/6EAP/souhrn_navrhu_6AP.htm
- [5] CENTRUM PRO OTÁZKY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ UNIVERZITA KARLOVA. *Trvale udržitelný rozvoj a vzdělávání* [online]. © 2003 Centrum pro otázky životního prostředí UK [cit. 6.4.2018]. Dostupné z: <https://www.czp.cuni.cz/czp/index.php/cz/cs/zdroje-informaci/konference/212-trvale-udritelny-rozvoj-a-vzdlavani>
- [6] CIVÍN, Martin. *Otázka možných mezí ekonomického růstu*. Praha, 2013. Diplomová práce. Vysoká škola regionálního rozvoje a Bankovní institut – AMBIS.
- [7] ČESKÉ FÓRUM PRO ROZVOJOVOU SPOLUPRÁCI. *Rozvojové cíle tisíciletí – MDGs (2000-2015)* [online]. ©2019 [cit. 1.3.2019]. Dostupné z: <http://www.fors.cz/rozvojova-spoluprace/evropska-politika/rozvojove-cile-tisicileti-mdgs/#.XI0CUSKhPb>
- [8] DARNADYOVÁ, Anna. Kruhová ekonomika. In: *Odpady portál* [online]. 22. 9. 2014. © PROPERTY & ENVIRONMENT s. r. o. [cit. 1.5.2018]. Dostupné z: <https://www.odpady-portal.sk/Dokument/102210/kruhova-ekonomika-circular-economy.aspx>
- [9] DYNAMIX. *Decoupling concept* [online]. 2013 [cit. 20.4.2018]. Dostupné z: http://dynamix-project.eu/sites/default/files/Dynamix_decoupling_concepts_RGB-2.jpg
- [10] EKOLIST. *Rio+20 – Konference OSN o udržitelném rozvoji (UNCSD)* [online]. [cit. 6.4.2018]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/specialy/rio-20>
- [11] EURACTIV. *Revize Strategie Evropa 2020* [online]. 10. 6. 2010. Aktualizováno 3. 7. 2014 [cit. 1.5.2018]. Dostupné z: <https://euractiv.cz/section/ekonomika-a-euro/linksdossier/strategie-evropa-2020-000066/>

- [12] EURACTIV. *Vyšší účinnost pobízí k další spotřebě, pochopení efektu prý zlepší klimatickou politiku* [online]. 8. 2. 2013 [cit. 10.11.2018]. Dostupné z: <https://euractiv.cz/section/energeticka-ucinnost/news/vyssi-ucinnost-muze-pobizet-k-dalsi-spotrebe-energie-pochopeni-efektu-podle-expertu-zlepsi-energetickou-politiku-zateplovani-rebound-effect-energeticka-efektivita-011023/>
- [13] EUROPEAN COMMISSION. *Circular Economy*. [online]. [cit. 13.2.2019]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm
- [14] EUROPEAN COMMISSION. *Treaty of Amsterdam Amending the Treaty on European Union, the Treaties Establishing the European Communities and Certain Related Acts* [online]. 1997 [cit. 4.2.2019]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A11997D%2FAFI>
- [15] EUROPEAN PARLIAMENT, COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. *Decision No 1600/2002/EC of the European Parliament and of the Council of 22 July 2002 Laying Down the Sixth Community Environmental Action Programme* [online]. 1600/2002/EC. 10. 9. 2002 [cit. 3. 2. 2019]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32002D1600>
- [16] EUROSTAT. *EU Sustainable Development Strategy (EU SDS) – Outdated* [online]. [cit. 12.4.2018]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/sdi/eu-sds>
- [17] EUROSTAT. *GDP and main components (output, expenditure and income)* [online]. Poslední změna 31. 1. 2019 [cit. 2.2. 2019]. Dostupné z: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nama_10_gdp&lang=en
- [18] EUROSTAT. *Material flow accounts* [online]. Poslední změna 12. 9. 2018 [cit. 3.11. 2018]. Dostupné z: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_ac_mfa&lang=en
- [19] EUROSTAT. *Resource productivity and domestic material consumption (DMC)* [online]. Poslední změna 17. 8. 2018. [cit. 3.11. 2018]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=sdg_12_20&plugin=1
- [20] EUROSTAT. *SDG Indicators: Goal by Goal* [online]. [cit. 12.4.2018]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/sdi/indicators>
- [21] EUROSTAT. *Theme 1: Socioeconomic Development* [online]. [cit. 13.4.2018]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/sdi/eu-sds/socioeconomic-development>

- [22] EVROPSKÁ KOMISE. *Přechod k oběhovému hospodářství* [online]. [cit. 13.4.2018]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/commission/priorities/jobs-growth-and-investment/towards-circular-economy_cs
- [23] EVROPSKÁ KOMISE. *Sdělení Komise Radě a evropskému Parlamentu – Hodnocení strategie udržitelného rozvoje EU v roce 2005: Výchozí rekapitulace a budoucí směry vývoje* [online]. KOM/2005/0037. Brusel, 9.2.2005 [cit. 10.4.2018]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52005DC0037>
- [24] EVROPSKÁ KOMISE. *Sdělení Komise Radě, Evropskému Parlamentu, Evropskému Hospodářskému a Sociálnímu Výboru a Výboru Regionů – Tematická strategie pro udržitelné využívání přírodních zdrojů* [online]. KOM/2005/0670 Brusel, 21.12.2005 [cit. 1.2.2019]. Dostupné z: http://publications.europa.eu/resource/cellar/4433fc40-d4b9-46c4-856a-522489363590.0012.02/DOC_1
- [25] EVROPSKÁ KOMISE. *Sdělení Komise. Evropa 2020. Strategie pro inteligentní růst podporující začlenění* [online]. KOM/2010/2020. Brusel, 3.3.2010. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex:52010DC2020>
- [26] EVROPSKÁ KOMISE. *Spokojený život v mezích naší planety*. [online]. [cit. 1.5.2018]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/7eap/cs.pdf>
- [27] http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm
- [28] JEHLIČKA, Pert. Konflikt mezi integrálním ekosystémem a fragmentárním systémem států? In: *Mezinárodní vztahy* [online]. Březen, 2000. [cit. 20.4.2018]. Dostupné z: <https://mv.iir.cz/article/view/1268>
- [29] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Agenda2030* [online]. © 2008–2019 Ministerstvo životního prostředí [cit. 1.3.2019]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/agenda_2030
- [30] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Pařížská dohoda* [online]. © 2008–2019 Ministerstvo životního prostředí [cit. 1.3.2019]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/parizska_dohoda
- [31] OECD. *Decoupling: a conceptual overview* [online]. 2001. [cit. 9.6.2017]. Dostupné z: <http://www.oecd.org/agriculture/agricultural-policies/25481500.pdf>
- [32] OECD. *Green growth and sustainable development* [online]. © 2018 Organisation for Economic [cit. 13.4.2018]. Dostupné z: <http://www.oecd.org/greengrowth/>
- [33] OECD. *OECD Environmental Strategy for the First Decade of the 21st Century* [online]. 16. 5. 2001. [cit. 9.6.2017]. Dostupné z: <http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/1863539.pdf>

- [34] OECD. *Sustainable development. Indicators to measure decoupling of environmental pressure from economic growth* [online]. SG/DG (2002)1/FINAL. 16. 5. 2002. [cit. 9.6.2017]. Dostupné z: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=sg/sd\(2002\)1/final&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=sg/sd(2002)1/final&doclanguage=en)
- [35] OSN. *AGENDA 21* [online]. Brazil: 1992 [cit. 10.2.2010]. Dostupné z: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>
- [36] OSN. *Cíle udržitelného rozvoje (SDGs)* [online]. © UNIC Praha [cit. 1.2.2019]. Dostupné z: <http://www.osn.cz/osn/hlavni-temata/sdgs/>
- [37] OSN. *Rozvojové cíle tisíciletí (MDGs)* [online]. © UNIC Praha [cit. 1.2.2019]. Dostupné z: <http://www.osn.cz/osn/hlavni-temata/rozvojove-cile-tisicileti-mdgs/>
- [38] OSN. *The future we want*. [online]. Rio de Janeiro, 20-22. 6. 2012. [cit. 17.2.2019]. Dostupné z: <http://rio20.net/wp-content/uploads/2012/06/N1238164.pdf>
- [39] OSN. *UNITED Nations Framework Convention on Climate Change* [online]. Brazil, 1992. [cit. 10.2.2019]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/ramcova_umluva_osn_zmena_klimatu/\\$FILE/OMV-anglicky_umluva-20081120.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/ramcova_umluva_osn_zmena_klimatu/$FILE/OMV-anglicky_umluva-20081120.pdf)
- [40] *ROZHODNUTÍ ROZHODNUTÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY č. 1386/2013/EU ze dne 20. listopadu 2013 o všeobecném akčním programu Unie pro životní prostředí na období do roku 2020 „Spokojený život v mezích naší planety“*. In: Úřední věstník Evropské Unie. 28. 12. 2013.
- [41] ŠTOSEK, Jan. *Indikátory účinnosti EMS*. Brno, 2008. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Fakulta Informatiky.
- [42] TOMIKOVÁ, Miloslava. *Přezkum Strategie udržitelného rozvoje EU*. In. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. 9.3.2007 [cit. 10.4.2018]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/prumysl-a-zivotni-prostredi/udrzitelny-rozvoj/prezkum-strategie-udrzitelneho-rozvoje-eu--5124/>
- [43] UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE. *Education Requires Prominent Place in Countries' National Climate Plans* [online]. 14.12.2019. [cit. 10.3.2019]. Dostupné z: <https://unfccc.int/news/education-requires-prominent-place-in-countries-national-climate-plans>
- [44] VLÁDA ČESKÉ REPUBLIKY. *Strategie Evropa 2020* [online]. Vláda ČR © 2009-2018

- [45] VLÁDA ČESKÉ REPUBLIKY. *Strategie Evropa 2020*. [online]. [cit. 13.4.2018]. Dostupné z: <https://www.vlada.cz/cz/evropske-zalezitosti/evropske-politiky/strategie-evropa-2020/strategie-evropa-2020-78695/>
- [46] WCED. *Report of the World Commision on Environment and Development: Our Common Future*. [online]. 1987 [cit. 20.4.2018]. Dostupné z: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>

Seznam zkratek

5. EAP	Pátý environmentální akční program
6. EAP	Šestý environmentální akční program
7. EAP	Sedmý environmentální akční program
CO ₂	Oxid uhličitý
COP	Konference smluvních stran
DMC	Produktivita zdrojů a domácí spotřeba materiálu
DPSIR	Hnací síla-tlak-stav-dopad-odezva
DSR	Hnací síla-stav-odezva
EU	Evropská unie
EW-FMA	Účty materiálových toků
GHG	Emise skleníkových plynů
HDP	Hrubý domácí produkt
HFCs	hydrogenované fluorovodíky
CH ₄	Metan
ICPP	Mezivládní panel o změně klimatu
K	Špičatost
Lag	Růsty
Ln	Logaritmus
MMF	Mezinárodní měnový fond
MNČ	Metoda nejmenších čtverců
N ₂ O	Oxid dusný
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
OSN	Organizace spojených národů

PFCs	polyfluorovodíky
POP	Populace
PPS	Parita kupní síly
PSIR	Tlak-stav-dopad-odezva
PSR	Tlak-stav-odezva
RP	Produktivita zdrojů
S	Šikmost
SDGs	Cíle udržitelného rozvoje
SDIs	Indikátory udržitelného rozvoje
SDS	Strategie udržitelného rozvoje
SF ₆	fluorid sírový
TOL	Míra tolerance
UNFCCC	Rámcová úmluva o změně klimatu
UNEP	Program OSN pro životní prostředí
VIF	Faktor změny variability
WCED	Světová komise pro životní prostředí a rozvoj
ŽP	Životní prostředí

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena a s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne

.....

Bc. Michaela Faksová

Seznam příloh

1. Hrubý domácí produkt, domácí spotřeba materiálu a emise skleníkových plynů v Evropské unii v období 2000-2017
2. Veličiny použité pro výpočet decouplingových indikátorů
3. Veličiny využité při analýze vztahů mezi hrubým domácím produktem a domácí spotřebou materiálu
4. Veličiny využité při analýze vztahů mezi hrubým domácím produktem a emisemi skleníkových plynů
5. Časové řady lineárního regresního modelu domácí spotřeby materiálu
6. Časové řady lineárního regresního modelu emisí skleníkových plynů
7. Šikmost a špičatost lineárního regresního modelu domácí spotřeby materiálu
8. Šikmost a špičatost lineárního regresního modelu emisí skleníkových plynů